



TUGAS AKHIR - RC14-1501

**EVALUASI SALURAN DAN ANALISA POMPA PADA
SALURAN GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA**

FAISAL THARIQ ALQURNI
NRP. 3114 106 045

Dosen Pembimbing :
Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST, MSc.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RC14-1501

EVALUASI SALURAN DAN ANALISA POMPA PADA SALURAN GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

FAISAL THARIQ ALQURNI
NRP. 3114 106 045

Dosen Pembimbing :
Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST, MSc.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

[Type here]



TUGAS AKHIR - RC14-1501

EVALUATION CHANNEL AND PUMP ANALYSIS ON GUNUNG ANYAR OF SURABAYA CITY

FAISAL THARIQ ALQURNI
NRP. 3114 106 045

Dosen Pembimbing :
Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST, MSc.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

[Type here]

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI SALURAN DAN ANALISA POMPA PADA SALURAN GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

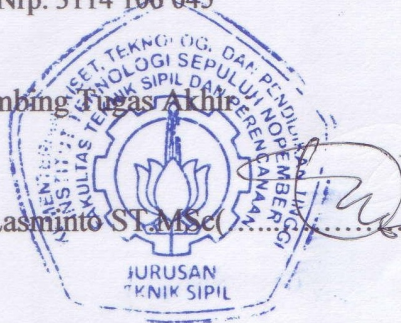
TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :
FAISAL THARIQ ALQURNI
Nrp. 3114 106 045**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1.Dr.techn. Umboro Lasminto ST, MSc (.....)



Surabaya,

Januari 2017

“halaman ini sengaja dikosongkan”

EVALUASI SALURAN DAN ANALISA POMPA PADA SALURAN GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Faisal Thariq Alqurni
NRP : 3114.060.045
Jurusan : LJ-S1 Teknik Sipil FTSP-ITS

Dosen Pembimbing : Dr. Tech. Umboro Lasminto. ST, MSc.
NIP : 19721202 199802 1 001

ABSTRAK

Wilayah Gunung Anyar dan Jalan Amir Mahmud merupakan daerah yang mengalami genangan cukup tinggi dengan lama genangan antara 2–3 jam dan tinggi genangan antara 40-50 cm. Oleh sebab itu perlu dilakukan studi yang menyeluruh agar kawasan Gunung Anyar dan jalan Amir Mahmud bebas dari genangan.

Untuk mengetahui distribusi curah hujan yang terjadi di adalah dengan menggunakan metode analisa distribusi log pearson type III. Setelah itu diuji dengan metode chi square dan smirnov-kolmogorov. Sedangkan intensitas hujan dihitung dengan metode mononobe dan debit rencana dihitung dengan metode rasional. Kapasitas saluran drainase dihitung dengan persamaan manning, dan dievaluasi apakah mampu atau tidak menampung debit rencana yang terjadi. Selanjutnya menghitung panjang pengaruh backwater, apabila terjadi backwater maka diperlukan adanya evaluasi pompa dan perencanaan ulang bila pompa tidak memenuhi.

Berdasarkan hasil dari analisa hidrologi didapatkan curah hujan harian rencana periode ulang 5 tahun sebesar 129,82 yang akan digunakan untuk menghitung debit rencana metode rasional dengan hasil debit di outlet sebesar $4.537 \text{ m}^3/\text{det}$. Untuk mengevaluasi saluran terlebih dulu dilakukan perhitungan kapasitas saluran dengan dimensi existing yang ada dilokasi studi,

dan dilakukan evaluasi saluran dengan hasil terdapat beberapa saluran yang meluber diantaranya saluran Tersier Gunung Anyar Lor 1 dan saluran Sekunder Amir Mahmud. Sedangkan untuk menanggulangnya dilakukan redesign dengan menambah lebar dan tinggi saluran. Karena outlet saluran Sekunder Gunung Anyar Asri berada di saluran Primer Kali Perbatasan yang bermuara langsung di Selat Madura perlu diperhitungkan backwater dengan panjang pengaruh sebesar 294.36 m. Dengan adanya pengaruh backwater perlu dilakukan evaluasi pompa existing, dengan hasil kapasitas pompa existing tidak mampu membuang debit puncak secara menyeluruh. Alternatif yang sesuai dengan kondisi dilapangan adalah dengan menambah 1 unit pompa submersible kapasitas 2 m³/det. Diharapkan dengan studi ini wilayah Gunung Anyar dan sekitarnya tidak lagi terjadi banjir.

Kata Kunci : Alternatif Pemecahan Masalah, DAS Gunung Anyar, Debit Rencana, Evaluasi Kapasitas Pompa.

**EVALUATION CHANNEL AND PUMP ANALYSIS ON
GUNUNG ANYAR CHANNEL,
OF SURABAYA CITY**

Student's Name : ***Faisal Thariq Alqurni***
NRP : ***3114.060.045***
Department : ***LJ-S1 Teknik Sipil FTSP-ITS***

Counsellor Lecturer : ***Dr. Tech. Umboro Lasminto. ST, MSc.***
NIP : ***19721202 199802 1 001***

ABSTRACT

Gunung Anyar and Amir Mahmud is an area that is high enough to flood the old puddle between 2-3 hours and the water level between 40-50 cm. With this comprehensive study needs to be done so that the area of Gunung Anyar and Amir Mahmud free from flooding. To overcome it needs to be calculated with some aspects hydrology, hydraulics aspect, and alternative solutions to problems.

To determine the distribution of the rainfall in the analysis method is to use a log Pearson type III. After it was tested by chi square method and Kolmogorov-Smirnov. While the rainfall intensity is calculated by the method Mononobe and discharge plans is calculated by rational methods. The capacity of the drainage channel was calculated by the equation manning, and evaluated whether or not able to accommodate the design discharge occurs. Next calculate the length of the influence of backwater, backwater in case it is necessary to evaluate and redesign the pump if the pump does not comply.

Based on the results obtained from the analysis of daily rainfall hydrological plan 5-year return period amounted to 129.82 that will be used to calculate the discharge plan with the results in the discharge outlet of 4,537 m³ / sec. To evaluate the first calculating channel capacity with existing dimensions that exist in the location of the study, then obtained some overflow

channels including channel Gunung Anyar Anyar Lor I and channel Secondary Amir Mahmud. While overcoming them do redesign to increase the width and height channels. Reason the outlet channel secondary of Gunung Anyar Asri is in channel Primary Kali Perbatasan that empties directly in the Madura Strait need to be taken into account backwater with a length of 294.36 m influence. It is necessary for the evaluation of existing pump, with the results of evaluation pump existing can not afford to peak discharge as a whole. Alternatives that can be done is by adding 1 submersible pump unit capacity of $2 \text{ m}^3 / \text{sec}$. This study is expected to Gunung Anyar and the surrounding area was no longer floods.

Key Word : Alternative Solutions to Problems Solve, Discharge plan, Fullbak Capacity, Catchment Area Gunung Anyar. Evaluation of existing pump.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah senantiasa kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya. Sholawat serta salam kami panjatkan kepada junjungan kami nabi besar Muhammad SAW, sehingga kami dapat menyelesaikan buku laporan Tugas Akhir kami yang berjudul :

“EVALUASI SALURAN DAN ANALISA POMPA PADA SALURAN GUNUNG ANYAR, KOTA SURABAYA ”

Pembuatan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Sarjana I dan memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis berharap semoga buku laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat di masa kini dan yang akan datang khususnya di wilayah kota Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan buku laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai, untuk itu dengan segala kerendahan hati kami akan menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi hasil yang lebih baik. Demikian pengantar yang dapat kami sampaikan, semoga setiap apa yang kami kerjakan akan menjadi amal dan manfaat bagi kami ataupun orang lain.

PENULIS

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| ABSTRAK | iii |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah | 3 |
| 1.5. Manfaat | 3 |
| 1.6. Lokasi Studi | 4 |
| 1.6.1. Peta Genangan | 5 |
| 1.6.2. <i>Catchment Area</i> | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1. Umum | 7 |
| 2.2. Analisa Hidrologi | 7 |
| 2.2.1. Melengkapi Data Hujan | 7 |
| 2.2.2. Distribusi Hujan Wilayah | 8 |
| 2.2.3. Parameter Dasar Statistik | 9 |
| 2.2.4. Curah Hujan Rencana | 10 |
| 2.2.5. Uji Kecocokan Data Statistika | 15 |
| 2.2.6. Intensitas Hujan | 19 |
| 2.2.7. Debit Rencana | 20 |
| 2.2.8. Hidrograf Satuan Sintesis | 21 |
| 2.3. Analisa Hidrolika | 24 |
| 2.3.1. Perhitungan Fullbank Capacity | 24 |
| 2.3.2. Perhitungan Kecepatan Aliran | 24 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.3. Perhitungan Angka Kekasaran <i>Manning</i> (n)... | 24 |
| 2.3.4. Perhitungan Dimensi Saluran | 25 |
| 2.3.5. Perhitungan Jari-Jari Hidrolis | 26 |
| 2.4. Analisa Backwater | 27 |
| 2.5. Evaluasi Kapasitas Pompa | 28 |
| 2.5.1. Komponen Pompa | 29 |
| 2.6. Perhitungan Dimensi Pintu Air | 30 |
| BAB III METODOLOGI..... | 31 |
| 3.1. Tahap Persiapan | 31 |
| 3.2. Studi Literatur | 31 |
| 3.3. Pengumpulan Data | 31 |
| 3.4. Pengolahan Data..... | 32 |
| 3.5. Tahapan Analisa Perhitungan..... | 32 |
| 3.6. Kesimpulan | 33 |
| 3.7. Diagram Alir Pengerjaan..... | 34 |
| BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN | 35 |
| 4.1. Perhitungan Data Hidrologi | 35 |
| 4.1.1. Perhitungan Analisa Hujan Rata - Rata | 35 |
| 4.1.2. Analisa Frekuensi | 36 |
| 4.1.3. Curah Hujan Maksimum Harian Rencana | 39 |
| 4.1.4. Uji Kecocokan Distribusi Probabilitas..... | 44 |
| 4.1.5. Hasil Hujan Rencana Periode Ulang..... | 48 |
| 4.1.6. Perhitungan Analisa Konsentrasi Hujan | 48 |
| 4.1.7. Perhitungan Intensitas Hujan | 56 |
| 4.1.8. Perhitungan Debit Rasional | 59 |
| 4.1.9. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu..... | 61 |
| 4.2. Perhitungan Hidrolika | 84 |
| 4.2.1. Perhitungan Koefisien <i>Manning</i> Gabungan.... | 84 |
| 4.2.2. Perhitungan Debit Kapasitas Saluran | 90 |
| 4.2.3. Perhitungan Tinggi Muka Air..... | 96 |
| 4.2.4. Perhitungan <i>Redesign</i> Saluran | 102 |
| 4.2.5. Perhitungan Perbedaan Tinggi Muka Air Banjir Setelah <i>Redesign</i> | 106 |
| 4.3. Perhitungan Panjang Pengaruh <i>Backwater</i> | 108 |

| | |
|---|------------|
| 4.4. Evaluasi Kapasitas Pompa <i>Existing</i> | 112 |
| 4.5. Penambahan Kapasitas Pompa..... | 116 |
| 4.5.1. Perhitungan Penambahan Kapasitas Pompa . | 117 |
| 4.5.2. Lama Waktu Pemompaan..... | 119 |
| 4.5.3. Perhitungan Biaya Penamabahn Unit Pompa | 119 |
| 4.5.4. Biaya Operasional Pompa | 121 |
| 4.5.5. Perawatan Rumah Pompa..... | 122 |
| 4.6. Perencanaan Pintu Air..... | 124 |
| 4.6.1. Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Air..... | 125 |
| 4.6.2. Tebal Pelat Yang Diperlukan | 125 |
| 4.6.3. Kontrol Tebal Pelat Terhadap Lendutan..... | 126 |
| BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN | 125 |
| 5.1. Kesimpulan | 125 |
| 5.2. Saran | 126 |
| DAFTAR PUSTAKA | 127 |

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Pemilihan Metode Berdasarkan Luas DAS | 8 |
| Tabel 2.2. Hubungan Luas DAS dengan Stasiun Hujan..... | 9 |
| Tabel 2.3 Nilai Parameter Statistik..... | 10 |
| Tabel 2.4 Hubungan <i>Standard Deviation</i> (Sn) Jumlah Data (n). .. | 11 |
| Tabel 2.5 Hubungan <i>Reduced mean</i> , (Y_n), Jumlah Data (n)..... | 12 |
| Tabel 2.8 Derajat Kebebasan <i>Chi Square</i> | 17 |
| Tabel 2.10 Koefisien Kekasaran Lahan | 20 |
| Tabel 2.11 Koefisien Pengaliran..... | 21 |
| Tabel 2.12 Nilai Koefisien <i>Manning</i> | 25 |
| Tabel 4.1 Data Curah Hujan | 35 |
| Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Statistik..... | 36 |
| Tabel 4.3 Parameter Dasar Statistik..... | 38 |
| Tabel 4.4 Perhitungan <i>Log Pearson Type III</i> | 39 |
| Tabel 4.5 Perhitungan Distribusi Gumbel | 41 |
| Tabel 4.6 Perhitungan Distribusi Normal | 43 |
| Tabel 4.7 Perhitungan Uji <i>Chi Kuadrat</i> | 45 |
| Tabel 4.8 Batas Sub Kelompok <i>Chi Kuadrat</i> | 46 |
| Tabel 4.9 Perhitungan Uji <i>Smirnov – Kolmogorov</i> | 47 |
| Tabel 4.10 Tabel Hujan Rencana..... | 48 |
| Tabel 4.11 Perhitungan t_o | 49 |
| Tabel 4.12 Perhitungan t_f Saluran Tersier | 51 |
| Tabel 4.13 Perhitungan t_f Saluran Sekunder | 53 |
| Tabel 4.14 Perhitungan T_c | 55 |
| Tabel 4.15 Perhitungan Intensitas Hujan | 57 |
| Tabel 4.16 Perhitungan Debit Rasional | 60 |
| Tabel 4.17 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Saluran Amir Mahmud | 66 |
| Tabel 4.18 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Saluran Cabang Amir Mahmud..... | 67 |
| Tabel 4.19 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Saluran Suryamas Barat | 67 |
| Tabel 4.20 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Saluran Gunung Anyar Sawah | 68 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 4.21 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Saluran Gunung Anyar Asri | 68 |
| Tabel 4.22 Hydrograf Saluran Amir Mahmud..... | 72 |
| Tabel 4.23 Hydrograf Saluran Cab. Amir Mahmud | 73 |
| Tabel 4.24 Hydrograf Saluran Gn. Anyar Sawah | 74 |
| Tabel 4.25 Hydrograf Saluran Suryamas Barat | 75 |
| Tabel 4.26 Hydrograf Saluran Gn. Anyar Asri..... | 76 |
| Tabel 4.27 Hydrograf Saluran Amir Mahmud..... | 78 |
| Tabel 4.28 Hydrograf Saluran Cab. Amir Mahmud | 79 |
| Tabel 4.29 Hydrograf Saluran Gn. Anyar Sawah | 80 |
| Tabel 4.30 Hydrograf Saluran Suryamas Barat | 81 |
| Tabel 4.31 Hydrograf Saluran Gn. Anyar Asri..... | 82 |
| Tabel 4.32 Perhitungan Koefisien <i>Manning</i> Gabungan..... | 85 |
| Tabel 4.33 Pehitungan Debit Kapasitas Saluran Tersier..... | 92 |
| Tabel 4.34 Pehitungan Debit Kapasitas Saluran Sekunder..... | 94 |
| Tabel 4.35 Tinggi Jagaan Berdasarkan Jenis Saluran..... | 96 |
| Tabel 4.36 Perhitungan Tinggi Muka Air Saluran Tersier | 98 |
| Tabel 4.37 Perhitungan Tinggi Muka Air Saluran Sekunder.... | 100 |
| Tabel 4.38 <i>Redesign</i> Saluran Tersier | 103 |
| Tabel 4.39 Dimensi Saluran Sekunder <i>Redesign</i> | 104 |
| Tabel 4.40 Tinggi Muka Air Setelah Redesign Saluran Tersier | 107 |
| Tabel 4.41 Tinggi Muka Air Setelah Redesign Saluran Sekunder | 107 |
| Tabel 4.42 Perhitungan <i>Backwater</i> | 111 |
| Tabel 4.43 Hubungan Antara <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> | 113 |
| Tabel 4.44 Hubungan Antara <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> Rencana Pompa | 117 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-----|
| Gambar 1.1 Lokasi Studi | 4 |
| Gambar 1.2 Peta Genangan | 5 |
| Gambar 1.3 Peta Batas DAS..... | 5 |
| Gambar 2.3 Metode Backwater | 28 |
| Gambar 4.1 Hidrograf 2 tahun..... | 77 |
| Gambar 4.2 Hidrograf 5 tahun..... | 83 |
| Gambar 4.3 Tampilan Goal Seek..... | 96 |
| Gambar 4.4 Ilustrasi Muka Air Backwater..... | 108 |
| Gambar 4.5 Hubungan Inflow Hydrograf dengan Outflow Pompa | 115 |
| Gambar 4.6 Detail Pintu Air | 124 |
| Gambar 4.7 Gaya Tekan Air Pada Pintu..... | 125 |

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permasalahan banjir Kota Surabaya sampai saat ini belum dapat tertangani secara menyeluruh walaupun pemerintah kota Surabaya telah berupaya semaksimal mungkin untuk mengatasinya. Hal ini terjadi karena kondisi fasilitas drainase yang ada di kota ini semula merupakan fasilitas irigasi, dimana kedua fasilitas ini mempunyai tujuan karakter yang bertolak belakang. Dengan kondisi tersebut maka sudah tidak mungkin lagi beban drainase Kota Surabaya ditambah oleh perkembangan perubahan lahan sampai kondisinya benar benar dapat berjalan sebagaimana yang diharapkan (sumber : Ismail Saud, 2007)

Berdasarkan peta kawasan rawan bencana banjir dan genangan yang diterbitkan oleh Pemerintah Kota Surabaya, bahwa pada wilayah Gunung Anyar dan merupakan wilayah yang rawan bencana banjir, dengan tinggi genangan antara 40-50 cm dan lama genangan antara 2-3 jam (sumber : Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya). Selain itu berdasarkan info dari media elektronik pada wilayah Surabaya diguyur hujan deras hampir dua jam, sebagian wilayah Surabaya Timur, Jumat siang (15/10/2016) tergenang banjir setinggi lutut orang dewasa. Banjir di kawasan perumahan *elite* Surabaya Timur ini, diduga akibat buruknya sistem drainase sehingga air tidak bisa mengalir ke sungai (sumber : *Okeszone.com*, 2016)

Berdasarkan dari hasil *survey* dan pengamatan di lapangan yang dilakukan oleh Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya, apabila terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi seringkali menimbulkan banjir di bagian hulu saluran Gunung Anyar. Hal ini diperparah apabila terjadi pasang surut air laut, dibagian hilir saluran Gunung Anyar seringkali tidak mampu menampung limpasan air akibat dari pasang air laut karena

elevasi muka air di saluran primer Kali Perbatasan lebih tinggi dari elevasi muka air di saluran sekunder Gunung Anyar.

Dari kondisi tersebut, maka perlu adanya suatu studi yang menyeluruh untuk menanggulangi banjir dikawasan Gunung Anyar. Dengan tidak adanya banjir akan menimbulkan banyak hal positif yang bisa didapatkan diantaranya adalah meningkatkan kualitas ekonomi masyarakat di wilayah tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, pokok masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Berapa besar curah hujan rencana periode ulang 2 tahun untuk saluran tersier dan periode ulang 5 tahun untuk saluran sekunder?
2. Apakah dimensi saluran *existing* mampu menampung debit rencana?
3. Apakah yang dapat dilakukan apabila saluran drainase yang ada tidak dapat menampung debit banjir rencana ?
4. Apakah terjadi pengaruh *backwater* pada saluran Sekunder Gunung Anyar Asri ?
5. Apakah kapasitas pompa air *existing* dapat membuang debit rencana ? dan berapa kapasitas pompa yang diperlukan ?

1.3. Tujuan

Tujuan yang dapat diperoleh pada pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun dan periode ulang 5 tahun..
2. Menganalisa kapasitas saluran dalam menerima debit banjir rencana periode ulang 5 tahun untuk saluran sekunder dan periode ulang 2 tahun untuk saluran tersier.
3. Menganalisa saluran yang meluber dengan metode *redesign*.
4. Menghitung panjang pengaruh *backwater*.

5. Menganalisa kapasitas pompa *existing* dalam menerima debit puncak yang telah direncanakan dan mencari solusi yang sesuai dengan kondisi dilapngan agar pompa dapat membuang debit rencana dengan maksimal.

1.4. Batasan Masalah

Untuk menghindari pengerjaan yang terlalu luas dan untuk memberikan arah yang lebih baik, maka perlu adanya pembatasan dengan ketentuan – ketentuan sebagai berikut:

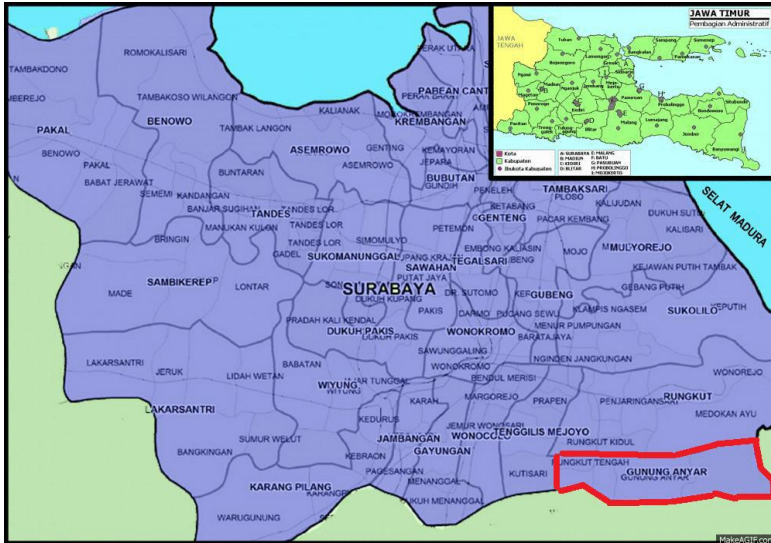
1. Data yang digunakan untuk tugas akhir ini menggunakan data sekunder, yaitu: data hujan periode ulang 5 tahun, peta batas DAS, *long section* saluran, *cross section* saluran, peta DAS Gunung Anyar, peta kontur, peta tata guna lahan, *master plan* drainase Kota Surabaya.
2. Dalam tugas akhir ini membahas aspek teknis tentang evaluasi saluran di kawasan Gunung Anyar.
3. Hanya membatasi pada *catchment area* Gunung Anyar.
4. Tidak mengkaji debit limbah rumah tangga.
5. Tidak mengkaji adanya sedimentasi.
6. Tidak menghitung kapasitas saluran Primer Kali Perbatasan.
7. Tidak memperhitungkan analisa kelayakan dan metode pelaksanaan.

1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari pengerjaan tugas akhir ini adalah menjadikan wilayah Gunung Anyar sebagai kawasan yang bebas dari banjir. Dengan tidak terjadi banjir akan meningkatkan kualitas ekonomi masyarakat di wilayah tersebut, menghindarkan masyarakat dari wabah yang disebabkan oleh banjir, dan juga akan meningkatkan harga bangunan di kawasan Gunung Anyar.

1.6. Lokasi Studi

Pada tugas akhir ini berada di Kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya



Gambar 1.1 Lokasi Studi

Sumber : Badan Perencanaan Kota Surabaya

Batas wilayah lokasi studi Gunung Anyar :

- Sebelah Utara : Kecamatan Rungkut
- Sebelah Timur : Selat Madura
- Sebelah Barat : Kecamatan Tenggiling Mejoyo
- Sebelah Selatan : Kab. Sidoarjo / Tambak Oso

1.6.1. Peta Genangan



Gambar 1.2 Peta Genangan

Sumber : Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya

Peta genangan berada di wilayah Amir Mahmud dengan tinggi genangan antara 40 – 50 cm dengan lama genangan 2 – 3 jam.

1.6.2. Catchment Area



Gambar 1.3 Peta Batas DAS

Sumber : Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Dalam pengerjaan tugas akhir ini akan dilakukan evaluasi saluran dengan perhitungan melalui analisa hidrologi maupun dengan analisa hidrolika atau *fullbank capacity*. Perhitungan tersebut berdasarkan dengan data curah hujan yang diambil dari beberapa stasiun pencatatan, yang berada di sekitar daerah pengaliran. Selain itu akan dilakukan perhitungan kapasitas pompa, dan dimensi pintu air.

2.2. Analisa Hidrologi

Pada analisa hidrologi akan dilakukan perhitungan yang bertujuan untuk mengolah data hujan yang telah diperoleh menjadi debit rencana dengan periode ulang tertentu.

2.2.1. Melengkapi Data Hujan

Pekerjaan yang dilakukan setelah memperoleh data hujan adalah dengan melengkapi data hujan yang kurang. Untuk melengkapi data yang kurang dipakai rumus yaitu :

Rumus Rasio Normal.

$$R_{\bar{x}} = \frac{1}{n} \left[\left(\frac{N_x}{N_a} \cdot R_a \right) + \left(\frac{N_x}{N_b} \cdot R_b \right) + \left(\frac{N_x}{N_c} \cdot R_c \right) \right] \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

$R_{\bar{x}}$ = Data hujan yang kosong

n = Jumlah data

N_x = Jumlah data yang ada pada daerah yang kosong

R_a, R_b, R_c = Data hujan pembanding

N_a, N_b, N_c = Jumlah data pembanding

Sumber: Bambang Triatmojo, 2010

2.2.2. Distribusi Hujan Wilayah

Ada 3 cara yang digunakan untuk menentukan curah hujan wilayah, yaitu rata-rata aljabar (aritmatik), Poligon *Thiessen*, dan Isohyet. Berikut pertimbangan yang dapat dilihat dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pemilihan Metode Berdasarkan Luas DAS

| Parameter | Kondisi | Metode |
|----------------------|-------------------------------------|---|
| Jumlah stasiun hujan | Cukup | Aritmetika, <i>Thiessen Polygon</i> |
| | Terbatas | Rerata Aritmetik, <i>Thiessen Poligon</i> |
| Luas Das | >5000 km ² (Besar) | Ishoyet |
| | 501 – 5000 km ² (sedang) | <i>Thiessen Poligon</i> |
| | <500 km ² (kecil) | Rerata Aritmatik |
| Kondisi Topografi | Pegunungan | <i>Thiessen Poligon</i> |
| | Dataran | Aljabar |
| | Berbukit dan Tidak Beraturan | Ishoyet dan <i>Thiessen Poligon</i> |

Sumber : Suripin, 1998

Rumus Metode Rata-rata Aritmatika :

$$R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{R}_i \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

R = Curah hujan rata-rata kawasan atau daerah

R_i = Curah hujan di stasiun pengamatan ke- i

n =Jumlah stasiun pengamatan

Sumber : Suripin, 2003.

Banyaknya stasiun pengamatan hujan yang diperlukan agar memadai dan memberikan informasi yang benar adalah seperti yang telah ditetapkan oleh *World Meteorological Organization* (WMO)

Tabel 2.2. Hubungan Luas DAS dengan Stasiun Hujan

| Luas DAS | Jumlah Stasiun Hujan |
|---------------------|----------------------|
| (Km ²) | (Minimum) |
| 0 - 75 | 1 |
| 75 - 150 | 2 |
| 150 - 300 | 3 |
| 300 - 550 | 4 |
| 550 - 800 | 5 |

Sumber : Wilson E. M dalam Linsley, 1994

2.2.3. Parameter Dasar Statistik

Dalam statistik ada beberapa parameter, yaitu meliputi rata-rata, standart deviasi, koefisien *skewness*, dan koefisien kurtosis:

➤ Standar deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (R-\bar{R})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.3)$$

➤ Nilai rata-rata (mean) :

$$\bar{R} = \sqrt{\frac{\sum R}{N}} \dots\dots\dots (2.4)$$

➤ Koefisien variasi :

$$Cv = \frac{S}{\bar{R}} \dots\dots\dots (2.5)$$

➤ Koefisien Ketajaman/Kurtosis :

$$Cs = \frac{n^2 \sum (R-\bar{R})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots (2.6)$$

➤ Koefisien Kemencengan :

$$Ck = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (R-\bar{R})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

R = Data dalam sampel

\bar{R} = Nilai rata-rata hitung

N = Jumlah pengamatan

Tabel 2.3 Nilai Parameter Statistik

| JenisDistribusi | Parameter Dasar Statistik | |
|---------------------------------|---------------------------|----------|
| | Ck | Cs |
| Distribusi Gumbel | 5.4 | 1.14 |
| Distribusi Normal | 3 | 0 |
| Distribusi Log Pearson Type III | - | 0<Cs<0.9 |

Sumber : Suripin, 2003

2.2.4. Curah Hujan Rencana

Tinggi hujan rencana adalah besarnya curah hujan yang dipakai sebagai dasar perhitungan debit rencana. Untuk menghitung hujan rencana pada masing-masing periode waktu.

2.2.4.1. Metode Distribusi Gumbel

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$Y_T = -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \dots\dots\dots (2.9)$$

$$X_T = \bar{x} + \frac{y_T - y_n}{\sigma n} \times S \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

n = Jumlah data

S = Standar deviasi

T = Waktu peridoe ulang

σn = *Reduced standard* (lihat tabel 2.4)

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi

Y_t = *Reduced variate*,

Y_n = *Reduced mean* (lihat tabel 2.5)

Sumber : Bambang Triatmojo, 2010.

Tabel 2.4 Hubungan *Standard Deviation* (σ_n) Jumlah Data (n)

| N | σ_n | n | σ_n | n | σ_n |
|-----------|------------------------------|-----------|------------------------------|------------|------------------------------|
| 10 | 0,9497 | 41 | 1,1436 | 72 | 1,1873 |
| 11 | 0,9676 | 42 | 1,1458 | 73 | 1,1881 |
| 12 | 0,9833 | 43 | 1,1480 | 74 | 1,8900 |
| 13 | 0,9972 | 44 | 1,1490 | 75 | 1,1898 |
| 14 | 1,0098 | 45 | 1,1518 | 76 | 1,1906 |
| 15 | 1,0206 | 46 | 1,1538 | 77 | 1,1915 |
| 16 | 1,0316 | 47 | 1,1557 | 78 | 1,1923 |
| 17 | 1,0411 | 48 | 1,1574 | 79 | 1,1930 |
| 18 | 1,0493 | 49 | 1,1590 | 80 | 1,1938 |
| 19 | 1,0566 | 50 | 1,1607 | 81 | 1,1945 |
| 20 | 1,0629 | 51 | 1,1623 | 82 | 1,1953 |
| 21 | 1,0696 | 52 | 1,1638 | 83 | 1,1959 |
| 22 | 1,0754 | 53 | 1,1653 | 84 | 1,1967 |
| 23 | 1,0811 | 54 | 1,1667 | 85 | 1,1973 |
| 24 | 1,0864 | 55 | 1,1681 | 86 | 1,1980 |
| 25 | 1,0914 | 56 | 1,1696 | 87 | 1,1987 |
| 26 | 1,0961 | 57 | 1,1708 | 88 | 1,1994 |
| 27 | 1,1004 | 58 | 1,1721 | 89 | 1,2001 |
| 28 | 1,1047 | 59 | 1,1734 | 90 | 1,2007 |
| 29 | 1,1086 | 60 | 1,1747 | 91 | 1,2013 |
| 30 | 1,1124 | 61 | 1,1759 | 92 | 1,2020 |
| 31 | 1,1159 | 62 | 1,1770 | 93 | 1,2026 |
| 32 | 1,1193 | 63 | 1,1782 | 94 | 1,2032 |
| 33 | 1,1226 | 64 | 1,1793 | 95 | 1,2038 |
| 34 | 1,1255 | 65 | 1,1803 | 96 | 1,2044 |
| 35 | 1,1285 | 66 | 1,1814 | 97 | 1,2049 |
| 36 | 1,1313 | 67 | 1,1824 | 98 | 1,2055 |
| 37 | 1,1339 | 68 | 1,1834 | 99 | 1,2060 |
| 38 | 1,1363 | 69 | 1,1844 | 100 | 1,2065 |

Sumber : Suripin, 2003

Tabel 2.5 Hubungan *Reduced mean*, (Y_n), Jumlah Data (n)

| N | Y_n | n | Y_n | n | Y_n |
|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|------------|-------------------------|
| 10 | 0,4952 | 41 | 0,5442 | 72 | 0,5552 |
| 11 | 0,4996 | 42 | 0,5448 | 73 | 0,5555 |
| 12 | 0,5053 | 43 | 0,5453 | 74 | 0,5557 |
| 13 | 0,5070 | 44 | 0,5258 | 75 | 0,5559 |
| 14 | 0,5100 | 45 | 0,5463 | 76 | 0,5561 |
| 15 | 0,5128 | 46 | 0,5468 | 77 | 0,5563 |
| 16 | 0,5157 | 47 | 0,5473 | 78 | 0,5565 |
| 17 | 0,5181 | 48 | 0,5447 | 79 | 0,5567 |
| 18 | 0,5202 | 49 | 0,5481 | 80 | 0,5569 |
| 19 | 0,5220 | 50 | 0,5485 | 81 | 0,5570 |
| 20 | 0,5235 | 51 | 0,5489 | 82 | 0,5572 |
| 21 | 0,5252 | 52 | 0,5493 | 83 | 0,5574 |
| 22 | 0,5268 | 53 | 0,5497 | 84 | 0,5576 |
| 23 | 0,5283 | 54 | 0,5501 | 85 | 0,5578 |
| 24 | 0,5296 | 55 | 0,5504 | 86 | 0,5580 |
| 25 | 0,5309 | 56 | 0,5508 | 87 | 0,5581 |
| 26 | 0,5320 | 57 | 0,5511 | 88 | 0,5583 |
| 27 | 0,5332 | 58 | 0,5515 | 89 | 0,5585 |
| 28 | 0,5343 | 59 | 0,5518 | 90 | 0,5586 |
| 29 | 0,5353 | 60 | 0,5521 | 91 | 0,5587 |
| 30 | 0,5362 | 61 | 0,5524 | 92 | 0,5589 |
| 31 | 0,5371 | 62 | 0,5527 | 93 | 0,5591 |
| 32 | 0,5380 | 63 | 0,5530 | 94 | 0,5592 |
| 33 | 0,5388 | 64 | 0,5533 | 95 | 0,5593 |
| 34 | 0,5396 | 65 | 0,5535 | 96 | 0,5595 |
| 35 | 0,5403 | 66 | 0,5538 | 97 | 0,5596 |
| 36 | 0,5410 | 67 | 0,5540 | 98 | 0,5598 |
| 37 | 0,5418 | 68 | 0,5543 | 99 | 0,5599 |
| 38 | 0,5424 | 69 | 0,5545 | 100 | 0,5600 |

Sumber : Suripin, 2003

2.2.4.2. Metode Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula Distribusi *Gauss*.
Persamaan umum yang digunakan adalah :

$$X = \bar{X} + k.S \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

X = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung variat

S = Standar deviasi nilai variat

k = Faktor frekuensi, (lihat tabel 2.6)

Sumber: Soewarno, 1995

Tabel 2.6 Distribusi Normal

| Periode Ulang (Th) | Peluang (%) | Kt |
|--------------------------|----------------|-------|
| 1.001 | 99.9% | -3.05 |
| 1.005 | 99.5% | -2.58 |
| 1.010 | 99.0% | -2.33 |
| 1.050 | 95.0% | -1.64 |
| 1.110 | 90.0% | -1.28 |
| 1.250 | 80.0% | -0.84 |
| 1.330 | 75.0% | -0.67 |
| 1.430 | 70.0% | -0.52 |
| 1.670 | 60.0% | -0.25 |
| 2.000 | 50.0% | 0 |
| 2.500 | 40.0% | 0.25 |
| 3.330 | 30.0% | 0.52 |
| 4.000 | 25.0% | 0.67 |
| 5.000 | 20.0% | 0.84 |
| 10.00 | 10.0% | 1.28 |
| 20.00 | 5.0% | 1.64 |
| 50.00 | 2.0% | 2.05 |
| 100.0 | 1.0% | 2.33 |

Sumber : Soewarno, 1995

2.2.4.3. Metode distribusi *log pearson type III*

Perkiraan besarnya probabilitas hujan rencana dengan periode ulang T tahun, metode ini menggunakan perumusan sebagai berikut :

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } X} + k \cdot (\overline{S \cdot \text{Log } X}) \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

$\text{Log } X$ = Logaritma curah hujan periode ulang T tahun (mm)

$\overline{\text{Log } X}$ = Nilai rata-rata, dengan rumus:

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} \dots\dots\dots (2.13)$$

$\overline{S \log x}$ = Nilai deviasi standar log x, dengan rumus:

$$\overline{S \log X} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log } X - \overline{\text{Log } X})^2}{(n-1)(n-2)(\overline{S \log X})^3} \dots\dots\dots (2.15)$$

Sumber : Soewarno, 1995

Tabel 2.7 Distribusi *Log-Person III*

| (CS) | Periode Ulang (tahun) | | | | | | | |
|------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 1000 |
| | Peluang (%) | | | | | | | |
| | 50 | 20 | 10 | 4 | 2 | 1 | 0,5 | 0,1 |
| 3,0 | -0,36 | 0,42 | 1,18 | 2,27 | 3,15 | 4,05 | 4,97 | 7,25 |
| 2,5 | -0,36 | 0,51 | 1,25 | 2,26 | 3,04 | 3,84 | 4,65 | 6,60 |
| 2,2 | -0,33 | 0,57 | 1,28 | 2,24 | 2,97 | 3,70 | 4,44 | 6,20 |
| 2,0 | -0,30 | 0,60 | 1,30 | 2,21 | 2,91 | 3,60 | 4,29 | 5,91 |
| 1,8 | -0,28 | 0,64 | 1,31 | 2,19 | 2,84 | 3,49 | 4,14 | 5,66 |
| 1,6 | -0,25 | 0,67 | 1,32 | 2,16 | 2,78 | 3,38 | 3,99 | 5,39 |
| 1,4 | -0,22 | 0,70 | 1,33 | 2,12 | 2,70 | 3,27 | 3,82 | 5,11 |
| 1,2 | -0,19 | 0,73 | 1,34 | 2,08 | 2,62 | 3,14 | 3,66 | 4,82 |
| 1,0 | -0,16 | 0,75 | 1,34 | 2,04 | 2,54 | 3,02 | 3,48 | 4,54 |

| (CS) | Periode Ulang (tahun) | | | | | | | |
|-------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 1000 |
| | Peluang (%) | | | | | | | |
| | 50 | 20 | 10 | 4 | 2 | 1 | 0,5 | 0,1 |
| 0,8 | -0,13 | 0,78 | 1,33 | 1,99 | 2,45 | 2,89 | 3,31 | 4,25 |
| 0,6 | -0,09 | 0,80 | 1,32 | 1,93 | 2,35 | 2,75 | 3,13 | 3,96 |
| 0,5 | -0,08 | 0,80 | 1,32 | 1,91 | 2,31 | 2,68 | 3,04 | 3,81 |
| 0,4 | -0,06 | 0,81 | 1,31 | 1,88 | 2,26 | 2,61 | 2,94 | 3,67 |
| 0,3 | -0,05 | 0,82 | 1,30 | 1,84 | 2,21 | 2,54 | 2,85 | 3,52 |
| 0,2 | -0,03 | 0,83 | 1,30 | 1,81 | 2,15 | 2,47 | 2,76 | 3,38 |
| 0,1 | -0,01 | 0,83 | 1,29 | 1,78 | 2,10 | 2,40 | 2,67 | 3,23 |
| 0,0 | 0,00 | 0,84 | 1,28 | 1,75 | 2,05 | 2,32 | 2,57 | 3,09 |
| -0,1 | 0,01 | 0,83 | 1,27 | 1,76 | 2,00 | 2,25 | 2,48 | 3,95 |
| -0,2 | 0,03 | 0,85 | 1,25 | 1,68 | 1,94 | 2,17 | 2,38 | 2,81 |
| -0,3 | 0,05 | 0,85 | 1,24 | 1,64 | 1,89 | 2,10 | 2,29 | 2,67 |
| -0,4 | 0,06 | 0,85 | 1,23 | 1,60 | 1,83 | 2,02 | 2,20 | 2,54 |
| -0,5 | 0,08 | 0,85 | 1,21 | 1,56 | 1,77 | 1,95 | 2,10 | 2,40 |
| -0,6 | 0,09 | 0,85 | 1,20 | 1,52 | 1,72 | 1,88 | 2,01 | 2,27 |
| -0,7 | 0,11 | 0,85 | 1,18 | 1,48 | 1,66 | 1,80 | 1,92 | 2,15 |
| -0,8 | 0,13 | 0,85 | 1,16 | 1,44 | 1,60 | 1,73 | 1,83 | 2,03 |
| -0,9 | 0,14 | 0,85 | 1,14 | 1,40 | 1,54 | 1,66 | 1,74 | 1,91 |
| -1,0 | 0,16 | 0,85 | 1,12 | 1,36 | 1,49 | 1,58 | 1,66 | 1,80 |
| -1,2 | 0,19 | 0,84 | 1,08 | 1,28 | 1,37 | 1,44 | 1,50 | 1,62 |
| -1,4 | 0,22 | 0,83 | 1,04 | 1,19 | 1,27 | 1,31 | 1,35 | 1,46 |
| -1,6 | 0,25 | 0,81 | 0,99 | 1,11 | 1,16 | 1,19 | 1,21 | 1,28 |
| -1,8 | 0,28 | 0,79 | 0,94 | 1,03 | 1,06 | 1,08 | 1,09 | 1,13 |
| -2,0 | 0,30 | 0,77 | 0,89 | 0,95 | 0,98 | 0,99 | 1,99 | 1,00 |
| -2,2 | 0,33 | 0,75 | 0,84 | 0,88 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,91 |
| -2,5 | 0,36 | 0,71 | 0,71 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,80 | 0,80 |
| -3,0 | 0,39 | 0,63 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 |

Sumber Soewarno, 1995

2.2.5. Uji Kecocokan Data Statistika

Uji kecocokan dimaksudkan untuk menetapkan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik. Ada 2 jenis uji kecocokan yaitu uji kecocokan *Chi Kuadrat* dan *Smirnov Kolmogorov*.

2.2.5.1. Uji *Chi Kuadrat*

Uji *chi* kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Parameter chi kuadrat dihitung dengan rumus:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dengan :

$$P(x_m) = \frac{m}{N+1} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$T(x_m) = \frac{N+1}{m} \dots\dots\dots (2.18)$$

$$G = 1 + 1,37 \ln(N) \dots\dots\dots (2.19)$$

$$Dk = G - R - 1 \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

χ^2 = Parameter chi kuadrat terhitung

G = Jumlah sub kelompok

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Dk = Derajat kebebasan

R = Konstanta (R=2 untuk distribusi normal)

P = Peluang

n = Jumlah data

m = Nomor urut kejadian atau peringkat kejadian

Prosedur uji Chi Kuadrat adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
2. Kelompokkan data menjadi G sub-group, tiap-tiap sub group minimal 4 data pengamatan
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub group
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
5. Pada tiap sub grup hitung nilai : $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

6. Jumlah seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi kuadrat
 7. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R -$
 8. Syarat Chi Teoritis (lihat tabel 2.8) > Chi Hitungan
- Sumber : Soewarno, 1995*

Tabel 2.8 Derajat Kebebasan *Chi Square*

| <i>Tabel Chi-square untuk α 5%</i> | |
|--|--------|
| Df | Chi 5% |
| 1 | 3.84 |
| 2 | 5.99 |
| 3 | 7.81 |
| 4 | 9.49 |
| 5 | 11.07 |
| 6 | 12.59 |
| 7 | 14.07 |
| 8 | 15.51 |
| 9 | 16.92 |
| 10 | 18.31 |
| 11 | 19.68 |
| 12 | 21.03 |
| 13 | 22.36 |
| 14 | 23.68 |
| 15 | 25 |
| 16 | 26.3 |
| 17 | 27.59 |
| 18 | 28.87 |
| 19 | 30.14 |
| 20 | 31.41 |

Sumber : Soewarno, 1995

2.2.5.2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan smirnov-kolmogorov, disebut uji kecocokan non *parametric* karena pengujian ini tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

1. Urutkan data pengamatan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.
2. Dari kedua peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dan peluang teoritis.
3. $D = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov*) tentukan harga D_0
 - Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D_0 .
 - Syarat D_0 (lihat tabel 2.9) $> D_{\max}$

Sumber : Soewarno, 1995, Hal.198

Tabel 2.9 Smirnov Kolmogorov

| N | α | | | |
|----|----------|------|------|------|
| | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.01 |
| 5 | 0.45 | 0.51 | 0.56 | 0.67 |
| 10 | 0.32 | 0.37 | 0.41 | 0.67 |
| 15 | 0.27 | 0.30 | 0.34 | 0.40 |
| 20 | 0.23 | 0.26 | 0.29 | 0.36 |
| 25 | 0.21 | 0.24 | 0.27 | 0.32 |
| 30 | 0.19 | 0.22 | 0.24 | 0.29 |
| 35 | 0.18 | 0.20 | 0.23 | 0.27 |
| 40 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.25 |
| 45 | 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.24 |
| 50 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.23 |

Sumber : Soewarno, 1995

2.2.6. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitasnya berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis terhadap data hujan baik secara statistik maupun empiris. Intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman.

2.2.6.1. Perhitungan Lama Waktu Hujan (t_c)

$$\text{➤ } t_c = t_o + t_f \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan :

t_c = Waktu konsentrasi

t_o = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir diatas permukaan tanah

t_f = Waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran

➤ *Overland flow time (to)*

$$t_o = \frac{2}{3} \times 3.28 \times L_o \times \frac{N_d}{\sqrt{S_o}} \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan :

L_o = Jarak titik terjauh lahan terhadap system saluran yang ditinjau

N_d = Angka keaksaran permukaan lahan (tabel 2.10)

I_o = Kemiringan permukaan tanah kearah saluran yang ditinjau

➤ *Channel flow time (tf)*

$$t_f = \frac{L}{v} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

L = Panjang saluran (meter)

V = Kecepatan aliran (m/det)

Sumber: Bambang Triatmojo, 2010 (Hal 83)

2.2.6.2. Perhitungan Intensitas Hujan (I)

Rumus Mononobe :

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3} \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan harian maksimal

t_c = waktu hujan (jam)

Sumber: Bambang Triatmojo, 2010

2.2.7. Debit Rencana

Perhitungan debit rencanakan akan menggunakan metode Rasional. Berikut rumusrumusnya :

$$Q = 0,278 \cdot \beta \cdot C \cdot I_t \cdot A \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan :

Q = debit puncak (m³/det)

β = koefisien penyebaran hujan (lihat tabel 2.10)

I_t = intensitas hujan (mm / jam)

A = luas daerah tangkapan (km²)

C = koefisien (lihat tabel 2.9)

Sumber: Bambang Triatmojo, 2010

Tabel 2.10 Koefisien Kekasaran Lahan

| Tata Guna Lahan | Harga nd |
|-----------------------------|----------|
| 1. Kedap Air | 0.02 |
| 2. Timbunan Tanah | 0.10 |
| 3. Tanaman Pangan / Tegalan | 0.20 |
| 4. Padang Rumput | 0.40 |
| 5. Tanah Gundul | 0.60 |
| 6. Hutan dan Semak Belukar | 0.80 |

Sumber: Bambang Triatmojo, 2008

Tabel 2.11 Koefisien Pengaliran

| Koefisien Aliran (C) Untuk Daerah Urban | | |
|--|--------------------------------|--------------------|
| No | Jenis Daerah | Koefisien C |
| 1 | Daerah Perdagangan : | |
| | Perkotaan (<i>Down Town</i>) | 0.6 - 0.9 |
| | Pinggiran | 0.5 - 0.7 |
| 2 | Daerah Permukiman : | |
| | Perumahan Satu Keluarga | 0.3 - 0.5 |
| | Perumahan Berkelompok | 0.6 - 0.75 |
| | Suburan | 0.25 - 0.4 |
| | Apartemen | 0.5 - 0.7 |
| 3 | Daerah Industri : | |
| | Industri Ringan | 0.5 - 0.8 |
| | Industri Berat | 0.6 - 0.9 |
| 4 | Fasilitas Umum | 0.1 - 0.25 |
| 5 | Tempat Bermain | 0.2 - 0.35 |
| 6 | Daerah Stasiun Kereta | 0.2 - 0.4 |

Sumber: Bambang Triatmojo, 2010

2.2.8. Hidrograf Satuan Sintesis

Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung yang dihasilkan oleh hujan efektif (hujan netto) yang terjadi merata diseluruh DAS dan dengan intensitas tetap selama satu satuan waktu yang ditetapkan

Sumber : Suripin, 2003

2.2.8.1. Perhitungan Hujan Jam-jaman

Hujan efektif adalah curah hujan yang lamanya sedemikian rupa sehingga lamanya limpasan permukaan tidak menjadi pendek. Berikut perumusannya :

$$R_t = \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{T}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.26)$$

$$R_T = t.R_t - (t-1) R_{(t-1)} \dots\dots\dots (2.27)$$

Keterangan :

R_t = Rata tinggi hujan dari permulaan sampai jam ke t (mm)

R_{24} = Tinggi hujan harian dalam 24 jam (mm)

t = Waktu hujan (jam)

T = Lama waktu hujan waktu terpusat (jam)

R_T = Tinggi hujan rata-rata pada jam t (mm)

$R_{(t-1)}$ = Rata-rata tinggi hujan dari permulaan sampai jam ke t

Perhitungan tinggi hujan efektif, menggunakan rumus berikut :

$$R_e = C . R_T \dots\dots\dots (2.28)$$

Keterangan :

R_e = Tinggi hujan efektif (mm)

R_t = Tinggi hujan rencana (mm)

C = Koefisien pengaliran rata rata

Sumber : Suripin, 2003

2.2.8.2. Perhitungan Hidrograf Satuan *Nakayasu*

Hidrograf satuan suatu DAS adalah suatu limpasan langsung yang diakibatkan oleh suatu hujan efektif yang terbagi rata dalam waktu dan ruang. Tujuan dari hidrograf adalah untuk memperkirakan hubungan antara hujan efektif dan aliran permukaan.

Sumber : Suripin, 2003

$$Q_p = \frac{C.A.R_0}{3,6 (0,3.T_p.T_{0,3})} \dots\dots\dots (2.29)$$

Keterangan :

Q_p = Debit puncak banjir (m^3/det)

C = Koefisien pengaliran

A = Luas daerah aliran sungai (km^2)

R_0 = Hujan satuan (mm)

T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam)

Pada hidrograf *nakayasu* dibagi menjadi dua bagian yaitu lengkung naik dan lengkung turun.

- Lengkung Naik

$$Q_a = Q_p \cdot \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \dots\dots\dots (2.30)$$

Keterangan :

Q_a = Limpasan sebelum mencapai debit puncak dan dinyatakan dalam bentuk ($m^3/detik$)

- Lengkung Turun

Untuk $Q_d > 0,30 \cdot Q_p$

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.31)$$

Untuk $0,30 \cdot Q_p > Q_d > 0,30^2 Q_p$

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p) + (0,5 \cdot T_{0,3})}{1,5 \cdot T_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.32)$$

Untuk $0,30^2 Q_p > Q_d$

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p) + (0,5 \cdot T_{0,3})}{1,5 \cdot T_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.33)$$

Keterangan :

Q_p = Debit puncak (m^3/det)

T = Satuan waktu (jam)

Sumber : Suripin, 2003

2.3. Analisa Hidrolika

Pada analisa hidrolika akan dilakukan perhitungan yang bertujuan untuk mengetahui kapasitas saluran *existing* dalam menerima debit rencana.

2.3.1. Perhitungan Fullbank Capacity

Perhitungan debit asli saluran dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah kapasitas saluran bisa menampung debit yang telah direncanakan atau tidak.

$$\text{Rumus : } Q = A \cdot V \dots\dots\dots (2.34)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran (m³/detik)

A = Luas basah penampang saluran (m²)

V = Kecepatan aliran (m/detik)

Sumber: Bambang Triatmojo, 2010

2.3.2. Perhitungan Kecepatan Aliran

Untuk menentukan V dilakukan perhitungan dengan metode Manning:

$$\text{Rumus : } V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (2.35)$$

Keterangan :

n = koefisien kekasaran saluran (lihat tabel 2.12)

R = Jari-jari hidrolis

P = Keliling basah penampang saluran (m)

I = Kemiringan dasar salura

Sumber: Bambang Triatmojo, 2010,

2.3.3. Perhitungan Angka Kekasaran Manning (n)

Nilai koefisien *Manning* untuk mengetahui angka kekasaran gabungan setiap material saluran.

$$n = \left(\frac{p_1 n_1^2 + p_2 n_2^2 + p_3 n_3^2}{P_{\text{total}}} \right)^{0.5} \dots\dots\dots (2.36)$$

Keterangan :

P = Keliling basah

P_1 = Keliling basah bagian ke 1

N_1 = Kekasaran *manning* bagian ke 1

Tabel 2.12 Nilai Koefisien *Manning*

| No. | Tipe saluran dan jenis bahan | Harga n | | |
|-----|-------------------------------------|---------|--------|-------|
| | | Min | Normal | Maks |
| 1 | Beton | | | |
| | Gorong-gorong lurus | 0,010 | 0,011 | 0,013 |
| | Gorong-gorong dengan lengkungan | 0,011 | 0,013 | 0,014 |
| | Beton dipoles | 0,011 | 0,012 | 0,014 |
| | Saluran pembuang dengan bak kontrol | 0,013 | 0,015 | 0,017 |
| 2 | Tanah, lurus dan seragam | | | |
| | Bersih baru | 0,016 | 0,018 | 0,020 |
| | Bersih telah melapuk | 0,018 | 0,022 | 0,025 |
| | Berkerikil | 0,022 | 0,025 | 0,030 |
| | Berumput pendek, sedikit tanaman | 0,022 | 0,027 | 0,033 |
| 3 | Saluran alam | | | |
| | Bersih lurus | 0,025 | 0,030 | 0,033 |
| | Bersih, berkelok-kelok | 0,033 | 0,040 | 0,045 |
| | Banyak tanaman pengganggu | 0,050 | 0,070 | 0,08 |
| | Dataran banjir berumput | 0,025 | 0,030 | 0,035 |
| | Saluran di belukar | 0,035 | 0,050 | 0,07 |

Sumber: Bambang Triatmojo, 2010

2.3.4. Perhitungan Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di lokasi studi. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung luasan penampang saluran :

2.3.4.1. Perhitungan Luas dan Keliling Trapesium

$$\text{Luas penampang} = (b + m.y) y \dots\dots\dots (2.37)$$

$$\text{Keliling} = b + 2.y \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots (2.38)$$

Keterangan :

b = Lebar saluran

m = Kemiringan saluran

y = Tinggi saluran

2.3.4.2. Perhitungan Luas dan Keliling Persegi

$$\text{Luas penampang} = B . y \dots\dots\dots (2.39)$$

$$\text{Keliling} = B + 2.y \dots\dots\dots (2.40)$$

Keterangan :

b = Lebar saluran

m = Kemiringan saluran

y = Tinggi saluran

2.3.4.3. Perhitungan Luas dan Keliling Lingkaran

$$\text{Luas penampang} = \frac{1}{2} \pi r^2 \dots\dots\dots (2.41)$$

$$\text{Keliling} = \pi r^2 \dots\dots\dots (2.42)$$

Keterangan :

b = Lebar saluran

m = Kemiringan saluran

y = Tinggi saluran

2.3.5. Perhitungan Jari-Jari Hidrolis

$$\text{Rumus; } R = \frac{A}{p} \dots\dots\dots (2.43)$$

Keterangan :

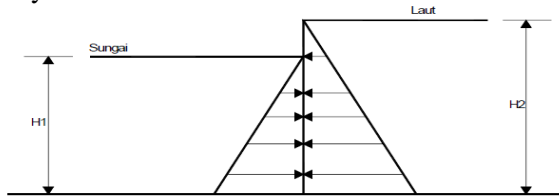
A = Luas penampang basah saluran (m²)

P = Keliling basah saluran (m)

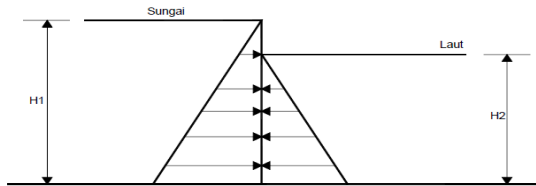
Sumber: Bambang Triatmojo, 2010

2.4. Analisa Backwater

Perhitungan backwater dimaksudkan untuk mengetahui jarak pengaruh intrusi maupun pasang air laut terhadap muara sungai. Hal ini perlu diperhatikan karena pada saluran primer Kali Perbatasan bermuara di laut, sehingga air pasang yang kembali ke saluran primer Kali Perbatasan tidak membebani saluran sekunder Gunung Anyar Asri.



Gambar 2.1. Muka Air $H1 < H2$ (terjadi backwater)



Gambar 2.2. Muka Air $H1 > H2$ (tidak terjadi backwater)

Perhitungan backwater menggunakan metode tahapan langsung (*Direct Step Method*) yaitu perhitungan jarak pengaruh backwater dari tinggi muka air sungai (saluran).

Rumus Kehilangan Energi :

$$H1 = H2 + H_f \dots\dots\dots (2.52)$$

$$Z1 + Y1 + (\alpha1 \cdot V1^2) / 2g = Z2 + Y2 + (\alpha2 \cdot V2^2) / 2g + Sf \cdot \Delta x \dots\dots\dots (2.53)$$

Keterangan :

H1 = tinggi energi di titik 1. (m)

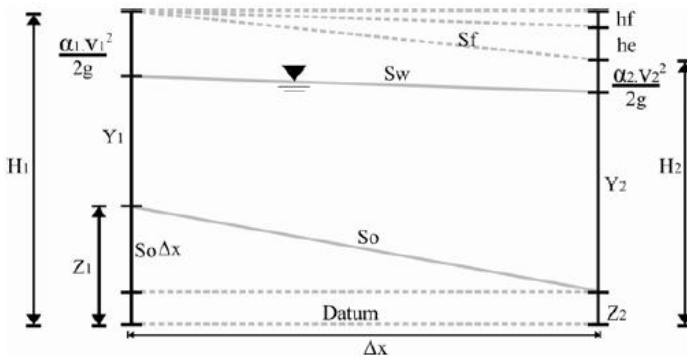
H2 = tinggi energi di titik 2. (m)

Y1 = kedalaman air di potongan 1. (m)

Y2 = kedalaman air di potongan 2. (m)

Z1 = elevasi dasar sungai terhadap datum di titik 1. (m)

Z_2 = elevasi dasar sungai terhadap datum di titik 2. (m)
 h_f = $S_f \cdot \Delta x$
 S_f = kemiringan garis energi.
 Δx = panjang pengaruh backwater. (m)
 $(\alpha_1 \cdot V_1^2) / 2g$ = Tinggi kecepatan di hulu
 $(\alpha_2 \cdot V_2^2) / 2g$ = Tinggi kecepatan di hilir
 Sumber : Joesron Lubis, 1987



Gambar 2.3 Metode Backwater

2.5. Evaluasi Kapasitas Pompa

➤ Penentuan kecepatan aliran tiap pompa :

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (2.59)$$

$$V = \frac{1}{0.25 \cdot \eta \cdot 0.5^2} \dots\dots\dots (2.60)$$

➤ Pehitungan kehilangan energi akibat kisi – kisi penyaring

$$H_f \text{ kisi} = c \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (2.61)$$

$$c = \beta (s/b)^{4/3} \sin \delta \dots\dots\dots (2.62)$$

Keterangan :

h_f = kehilangan energi (m)

V = kecepatan aliran (m/det)

g = percepatan gravitasi (9,8 m/det)

c = koefisien

- β = Faktor bentuk (m)
 s = tebal teruji (m)
 b = jarak antar teruji (m)
 δ = sudut kemiringan jeruji terhadap horisontal

➤ Perhitungan Total Head (H_p) Pompa

$$\Sigma hf = hf_{kisi} + hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4 + hf_5 \dots \dots \dots (2.63)$$

➤ Pehitungan Daya Pompa

$$Dp = 13,3 * Q_{pompa} * H_p / \eta \dots \dots \dots (2.64)$$

Sumber : Joesron Lubis, 1987

2.5.1. Komponen Pompa

Agar pompa berfungsi secara optimal perlu adanya peralatan (*assesories*) yang harus ada disekitar pompa air :

1. Pipa Hisap

Perencanaan pipa hisap harus diperhatikan kedalaman ujung pipa harus dibenamkan dibawah muka air dengan kedalaman minimal 60cm untuk mencegah terisapnya udara dari permukaan, dan minimal 60cm dari dasar sungai untuk mencegah terisapnya lumpur.

2. Pipa Keluar

Pada umumnya kecepatan aliran pipa diambil 1 – 2 m/detik untuk pipa berdiameter kecil dan kecepatan 1.5 – 3 m/detik untuk pipa berdiameter besar. Kecepatan tidak boleh lebih dari 6 m/detik karena akan terjadi penggerusan, sehingga akan mempercepat keausan pada pipa.

3. Foot Klep

Merupakan perangkat perpipaan yang dipasang diujung pipa yang letaknya terendam dalam air. Fungsinya adalah untuk menjaga agar jalur rentang pipa antara air dan pompa (jalur pipa hisap) tetap terisi atau penuh dengan air, agar air tidak kembali turun dan mempermudah kinerja pompa.

Sumber : Joesron Lubis, 1987

2.6. Perhitungan Dimensi Pintu Air

Pengoperasian pintu ini dilakukan secara manual dengan menggunakan tenaga operator yang berpengalaman. Pintu air direncanakan terbuat dari baja profil yang merupakan kerangka vertikal atau horisntal sebagai penguat terhadap pelat baja.

➤ Dimensi pintu air

Rumus perhitungan hidrolis :

$$Q = \mu * b * h \sqrt{2 * g * z} \dots\dots\dots (2.65)$$

Keterangan :

- Q = Debit (m³/det)
- μ = Koefisien pengaliran (0,7 – 0,8)
- b = Lebar pintu (m)
- h = tinggi lubang (m)
- g = kecepatan gravitasi = 9,8 m/det
- z = kehilangan tekanan ~ 0,10 m

➤ Gaya Tekanan Air

Rumus :

$$H1 = P1 * \text{Tinggi muka air} * 2 * \frac{1}{2} \dots\dots\dots (2.66)$$

$$H2 = P2 * \text{Tinggi muka air} * 2 * \frac{1}{2} \dots\dots\dots (2.67)$$

➤ Perhitungan Tebal Pelat Pintu

Perhitungan tebal pelat dipakai rumus *Black Formula* :

$$\alpha = \frac{1}{2} k \left(\frac{a^2}{a^2 + b^2} \right) \left(\frac{b}{t} \right)^2 P \dots\dots\dots (2.68)$$

Keterangan :

- σ = tegangan yang diijinkan = 1400 kg/cm²
- k = Koefisien, diambil 0,8
- a = lebar pelat
- b = panjang pelat
- t = tebal plat
- p = beban terpusat

Sumber : Joesron Lubis, 1987

BAB III

METODOLOGI

Metode penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

3.1. Tahap Persiapan

Hal – hal yang perlu dipersiapkan merupakan serangkaian kegiatan yang meliputi :

1. Menentukan lokasi tugas akhir.
2. Mencari informasi tentang judul tugas akhir.
3. Melakukan survey lapangan.
4. Menentukan data – data yang diperlukan untuk tugas akhir.

3.2. Studi Literatur

Mempelajari materi-materi yang menunjang untuk penyelesaian tugas akhir, berupa :

1. Pengelolaan sumber daya air (Nadjadji Anwar)
2. Hidrologi terapan (Bambang Triatmojo)
3. Hidrolika terapan (Robert J Kodoatie)
4. Hidrologi aplikasi metode statistik untuk analisa data (Soewarno)
5. Banjir Rencana Untuk Bangunan Air (Joerson Lubis)

3.3. Pengumpulan Data

Data - data yang menunjang dan digunakan sebagai berikut :

1. Peta topografi wilayah Gunung Anyar
Peta topografi ini didapatkan dari Jurusan Geomatika – ITS
2. Peta tata guna lahan wilayah Gunung Anyar.
Peta tata guna lahan didapatkan dari Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya.
3. Peta lama dan tinggi genangan Kota Surabaya
Peta tata guna lahan didapatkan dari Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya.

4. Foto lokasi genangan wilayah Gunung Anyar.
5. Foto lokasi didapatkan dari *survey* di lokasi studi.
6. Data hujan periode 5 tahun berdasarkan stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS Gunung Anyar
7. Gambar *long setion* dan *cross section existing* saluran sekunder Gunung Anyar dan saluran Primer Kali Perbatasan
8. *Drainage master plan* Kota Surabaya
Data SDMP didapatkan dari Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya.
9. *Catchment area* (DAS) Gunung Anyar
Data *Catchment area* didapatkan dari Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya.

3.4. Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh dari berbagai lembaga pemerintahan akan di olah seperti yang telah dijelaskan pada Bab II (Tinjauan Pustaka)

3.5. Tahapan Analisa Perhitungan

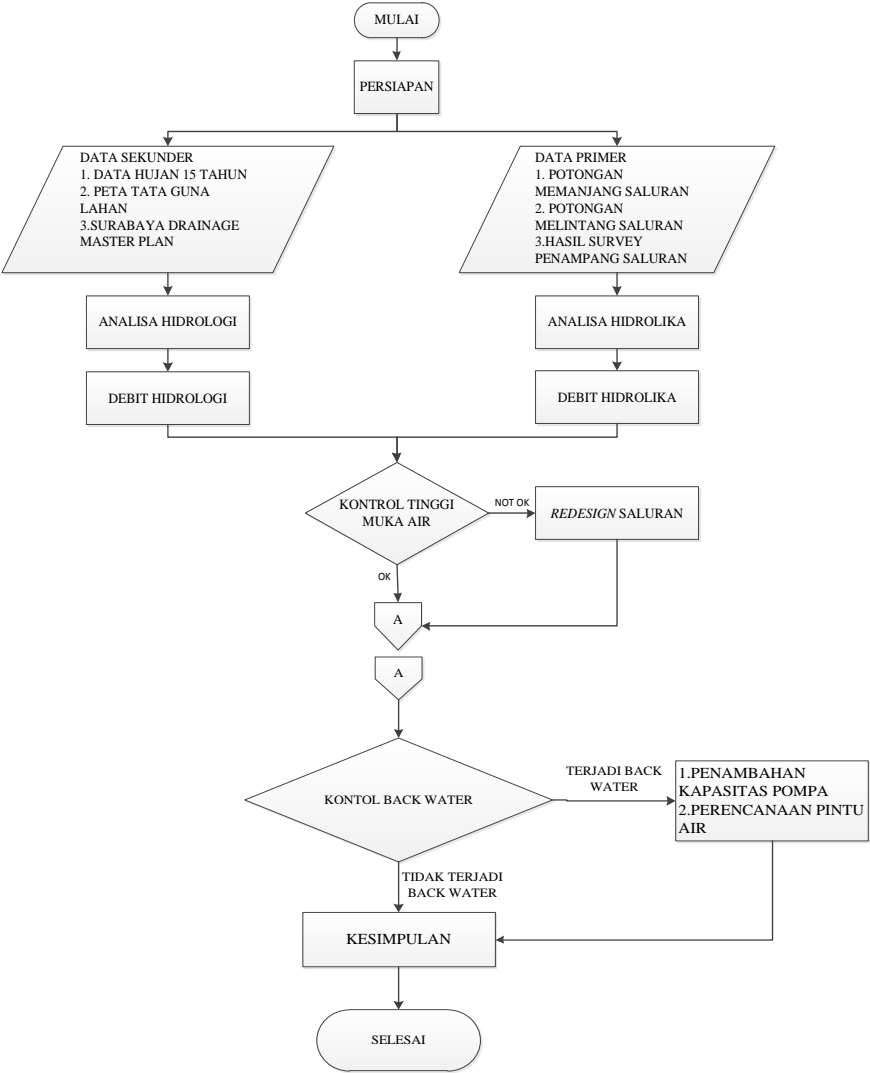
1. Penentuan daerah aliran sungai.
Pada tahap ini akan membatasi jaringan saluran yang akan masuk ke saluran sekunder Gunung Anyar. Data daerah aliran sungai dapat diperoleh di Dinas Pematusan Kota Surabaya
2. Menentukan stasiun hujan yang berpengaruh
Pada tahap ini menentukan stasiun hujan yang berpengaruh pada daerah aliran sungai Gunung Anyar. Data stasiun hujan dapat diperoleh di UPT PSAWS Buntung Paketingan Surabaya.
3. Menghitung debit rencana
Tahap perhitungan debit rencana adalah :
 - Membuat polygon thiesen untuk stasiun hujan.
 - Melengkapi data hujan.
 - Menghitung distribusi hujan wilayah.
 - Analisa parameter dasar statistik.
 - Menghitung curah hujan rencana.

- Analisa uji kecocokan data.
 - Perhitungan intensitas hujan.
 - Perhitungan debit rencana.
 - Hidrograf satuan sintesis.
4. Menghitung kapasitas saluran *existing* (*Fullbank Capacity*)
 Pada tahap ini melakukan pengukuran dimensi saluran. Pada sistem drainase Gunung Anyar.
 5. Menghitung tinggi muka air
 Akan dihitung tinggi muka air di saluran *existing* akibat masukan dari debit rencana. Apabila tinggi jagaan (w) $< 0.2\text{m}$ maka saluran tersebut meluber atau tidak mampu menampung debit rencana
 6. *Meredesign* saluran yang meluber
 Pada tahap ini melakukan perbandingan antara kapasitas saluran *existing* dengan debit banjir rencana periode ulang 5 tahun.
 7. Menghitung pengaruh *backwater*
 Pada tahap ini melakukan perhitungan panjang pengaruh *backwater* saluran primer Kali perbatasan terhadap saluran sekunder Gunung Anyar.
 8. Mengevaluasi kapasitas pompa
 Pada tahap ini mengevaluasi besarnya kapasitas pompa yang dapat mengalirkan debit banjir saluran sekunder ke saluran primer Kali perbatasan.
 9. Menentukan pemecahan masalah
 Pada tahap ini akan menentukan solusi yang tepat untuk menanggulangi volume air yang tidak mampu dibuang oleh pompa *existing*. Solusi yang diharapkan harus sesuai dengan kondisi *existing* dilokasi studi.

3.6. Kesimpulan

Menarik kesimpulan dari analisis data dan pembahasan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dalam tugas akhir.

3.7. Diagram Alir Pengerjaan



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Data Hidrologi

Perhitungan hidrologi dilakukan untuk menghitung besarnya debit rencana yang akan digunakan dalam evaluasi kapasitas saluran *existing*.

4.1.1. Perhitungan Analisa Hujan Rata - Rata

Menentukan curah hujan maksimal bertujuan untuk memperoleh debit banjir rencana. Pada tabel 4.1 disajikan data curah hujan pada stasiun pengamat sejak tahun 2001 sampai 2015. Pada perencanaan ini data curah hujan yang digunakan berasal dari stasiun pengamat hujan yang dapat mewakili *catchment area* berdasarkan pembuatan *polygon thiesen*, yaitu Stasiun Hujan Wonorejo.

Banyaknya stasiun pengamatan hujan yang diperlukan agar memadai dan memberikan informasi yang benar adalah seperti yang telah ditetapkan oleh *World Meteorological Organization* (lihat tabel 2.2)

Tabel 4.1 Data Curah Hujan

| Tahun | WONOREJO | | Curah hujan wilayah |
|-------|-------------|--------|---------------------|
| | Tanggal | CH max | |
| 2001 | 2 Maret | 200 | 200.0 |
| 2002 | 30 Januari | 115 | 115.0 |
| 2003 | 10 Maret | 76 | 76.0 |
| 2004 | 6 Januari | 85 | 85.0 |
| 2005 | 15 Desember | 90 | 90.0 |
| 2006 | 4 Januari | 153 | 153.0 |

| Tahun | WONOREJO | | Curah hujan wilayah |
|-----------|-------------|--------|---------------------|
| | Tanggal | CH max | |
| 2007 | 26 Desember | 71 | 71.0 |
| 2008 | 20 Nopember | 68 | 68.0 |
| 2009 | 9 Januari | 98 | 98.0 |
| 2010 | 3 Desember | 98 | 98.0 |
| 2011 | 9 Nopember | 94 | 94.0 |
| 2012 | 30 Januari | 95 | 95.0 |
| 2013 | 23 April | 85 | 85.0 |
| 2014 | 6 Desember | 100 | 100.0 |
| 2015 | 12 Februari | 109 | 109.0 |
| Jumlah | | | 1537.0 |
| Rata-rata | | | 102.5 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.2. Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi dilakukan dengan cara statistik berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pencatatan secara berkala pada stasiun-stasiun hujan. Analisa ini dilakukan dengan memilih salah satu dari beberapa jenis distribusi statistik yang paling sesuai dengan sifat data yang tersedia.

Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Statistik

| No | X_i | $X_i - X_{rt}$ | $(X_i - X_{rt})^2$ | $(X_i - X_{rt})^3$ | $(X_i - X_{rt})^4$ |
|----|-------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 200 | 97.533 | 9512.751 | 927810.33 | 90492433.70 |
| 2 | 153 | 50.533 | 2553.618 | 129042.82 | 6520963.75 |
| 3 | 115 | 12.533 | 157.084 | 1968.79 | 24675.52 |
| 4 | 109 | 6.533 | 42.684 | 278.87 | 1821.96 |
| 5 | 100 | -2.467 | 6.084 | -15.01 | 37.02 |

| No | Xi | Xi - X _{rt} | (Xi - X _{rt}) ² | (Xi - X _{rt}) ³ | (Xi - X _{rt}) ⁴ |
|--------|---------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 6 | 98 | -4.467 | 19.951 | -89.11 | 398.05 |
| 7 | 98 | -4.467 | 19.951 | -89.11 | 398.05 |
| 8 | 95 | -7.467 | 55.751 | -416.27 | 3108.19 |
| 9 | 94 | -8.467 | 71.684 | -606.93 | 5138.66 |
| 10 | 90 | -12.467 | 155.418 | -1937.54 | 24154.69 |
| 11 | 85 | -17.467 | 305.084 | -5328.81 | 93076.52 |
| 12 | 85 | -17.467 | 305.084 | -5328.81 | 93076.52 |
| 13 | 76 | -26.467 | 700.484 | -18539.49 | 490678.46 |
| 14 | 71 | -31.467 | 990.151 | -31156.75 | 980399.22 |
| 15 | 68 | -34.467 | 1187.951 | -40944.71 | 1411227.84 |
| Jumlah | 1537 | 0.00 | 16083.7 | 954648.2 | 100141588.1 |
| Rata" | 102.467 | 0.00 | 1072.249 | 63643.217 | 6676105.876 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Deviasi Standar :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{16083}{15-1}}$$

$$S = 33.9$$

➤ Koefisien variasi :

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$C_v = \frac{33.9}{102.47}$$

$$C_v = 0.33$$

➤ Koefisien Kemencengan :

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (R - \bar{R})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S^3}$$

$$Cs = \frac{15 \cdot (954648.2)}{(14)(13) \cdot (33.9^3)}$$

$$Cs = 2.02$$

➤ Koefisien Ketajaman/Kurtosis :

$$Ck = \frac{n^2 \sum ((R-R)^4)}{(n-1)(n-2)(n-3)(S^4)}$$

$$Ck = \frac{15^2 (100141588.1)}{(15)(13)(11)(33.9^4)}$$

$$Ck = 7.82$$

Tabel 4.3 Parameter Dasar Statistik

| No | Distribusi | Persyaratan | Nilai | Keterangan |
|----|-----------------|--|-------|------------|
| 1 | Normal | $Cs = 0$ | 2.02 | Kurang |
| | | $Ck = 3$ | 7.82 | |
| 2 | Log Normal | $Cs = Cv^3 + 3cv = 0.27$ | 1.03 | Kurang |
| | | $Ck = Cv^8 + 6CV^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 3.13$ | 8.48 | |
| 3 | log pearson III | $Cs = \text{fleksibel}$ | 2.02 | Memenuhi |
| | | $Ck = \text{fleksibel}$ | 0.33 | |
| 4 | Gumbel | $Cs = 1.14$ | 2.02 | Kurang |
| | | $Ck = 5,4$ | 7.82 | |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.3. Curah Hujan Maksimum Harian Rencana

Tinggi hujan rencana adalah besarnya curah hujan yang dipakai sebagai dasar perhitungan debit rencana. Ada 3 metode yang akan digunakan yaitu:

1. Metode distribusi *log pearson type III*
2. Metode distribusi gumbel
3. Metode distribusi normal

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing metode

4.1.3.1. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 4.4 Perhitungan *Log Pearson Type III*

| No | X_i | $\text{Log } X_i$ | $\text{Logx} - \text{logx rt}$ | $(\text{Logx} - \text{logx rt})^2$ | $(\text{Logx} - \text{logx rt})^3$ |
|--------|-------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 200 | 2.301 | 0.308 | 0.09489 | 0.029230 |
| 2 | 153 | 2.185 | 0.192 | 0.03675 | 0.007045 |
| 3 | 115 | 2.061 | 0.068 | 0.00458 | 0.000310 |
| 4 | 109 | 2.037 | 0.044 | 0.00197 | 0.000088 |
| 5 | 100 | 2.000 | 0.007 | 0.00005 | 0.000000 |
| 6 | 98 | 1.991 | -0.002 | 0.00000 | 0.000000 |
| 7 | 98 | 1.991 | -0.002 | 0.00000 | 0.000000 |
| 8 | 95 | 1.978 | -0.015 | 0.00023 | -0.000004 |
| 9 | 94 | 1.973 | -0.020 | 0.00039 | -0.000008 |
| 10 | 90 | 1.954 | -0.039 | 0.00150 | -0.000058 |
| 11 | 85 | 1.929 | -0.064 | 0.00404 | -0.000257 |
| 12 | 85 | 1.929 | -0.064 | 0.00404 | -0.000257 |
| 13 | 76 | 1.881 | -0.112 | 0.01258 | -0.001411 |
| 14 | 71 | 1.851 | -0.142 | 0.02009 | -0.002847 |
| 15 | 68 | 1.833 | -0.160 | 0.02575 | -0.004133 |
| Jumlah | 1537 | 29.895 | 0.000 | 0.207 | 0.0277 |
| Rata" | 102.5 | 1.993 | 0.000 | 0.014 | 0.00185 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Standart Deviasi :

$$S \log x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}}$$

$$S \log x = \sqrt{\frac{0.207}{14}}$$

$$S \log x = 0.1215$$

➤ Koefisien Kemencengan :

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (\overline{S \log x})^3}$$

$$CS = \frac{15 (0.0277)}{(14) \cdot (13) \cdot (0.1215)^3}$$

$$CS = 0.66$$

➤ Periode ulang 2 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1.993 + (-0.109 \cdot 0.1215)$$

$$\log x = 1.97648$$

$$x = 94.7275 \text{ mm}$$

➤ Periode ulang 5 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1.993 + (0.794 \cdot 0.1215)$$

$$\log x = 2.1137$$

$$x = 129.829 \text{ mm}$$

➤ Periode ulang 10 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1.993 + (1.3304 \cdot 0.1215)$$

$$\log x = 2.1947$$

$$x = 156.566 \text{ mm}$$

➤ Periode ulang 25 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1.993 + (1.955 \cdot 0.1215)$$

$$\log x = 2.28943$$

$$x = 194.728 \text{ mm}$$

4.1.3.2. Metode Distribusi Gumbel

Tabel 4.5 Perhitungan Distribusi Gumbel

| No | Xi | Xi - X _{rt} | (Xi - X _{rt}) ² | (Xi - X _{rt}) ³ |
|--------|----------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 200 | 97.533 | 9512.751 | 927810.325 |
| 2 | 153 | 50.533 | 2553.618 | 129042.818 |
| 3 | 115 | 12.533 | 157.084 | 1968.791 |
| 4 | 109 | 6.533 | 42.684 | 278.871 |
| 5 | 100 | -2.467 | 6.084 | -15.008 |
| 6 | 98 | -4.467 | 19.951 | -89.114 |
| 7 | 98 | -4.467 | 19.951 | -89.114 |
| 8 | 95 | -7.467 | 55.751 | -416.274 |
| 9 | 94 | -8.467 | 71.684 | -606.928 |
| 10 | 90 | -12.467 | 155.418 | -1937.541 |
| 11 | 85 | -17.467 | 305.084 | -5328.808 |
| 12 | 85 | -17.467 | 305.084 | -5328.808 |
| 13 | 76 | -26.467 | 700.484 | -18539.488 |
| 14 | 71 | -31.467 | 990.151 | -31156.754 |
| 15 | 68 | -34.467 | 1187.951 | -40944.714 |
| Jumlah | 1537 | 0.00 | 16083.7 | 954648.2 |
| Rata" | 102.4667 | 0.00 | 1072.249 | 63643.217 |

Sumber : Hasil Perhitungan

$S_n = 1.0206$ (dari tabel 2.4)

$Y_n = 0.5128$ (dari tabel 2.5)

➤ Standart Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{16083.7}{14}} = 33.9$$

➤ Periode Ulang 2 tahun

$$\begin{aligned}
Y_{T=2} &= -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \\
&= -\ln \left[\ln \left(\frac{2}{2-1} \right) \right] \\
&= 0.367 \\
X_{T=2} &= \bar{x} + \frac{yT-yn}{\sigma n} \times S \\
&= 102.47 + \frac{0.367-0.5128}{1.0206} \times 33.9 \\
&= 97.608 \text{ mm}
\end{aligned}$$

➤ Periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned}
Y_{T=5} &= -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \\
&= -\ln \left[\ln \left(\frac{5}{5-1} \right) \right] \\
&= 1.51 \\
X_{T=5} &= \bar{x} + \frac{yT-yn}{\sigma n} \times S \\
&= 102.47 + \frac{1.51-0.5128}{1.0206} \times 33.9 \\
&= 135.250 \text{ mm}
\end{aligned}$$

➤ Periode ulang 10 tahun

$$\begin{aligned}
Y_{T=10} &= -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \\
&= -\ln \left[\ln \left(\frac{10}{10-1} \right) \right] \\
&= 2.25 \\
X_{T=10} &= \bar{x} + \frac{yT-yn}{\sigma n} \times S \\
&= 102.47 + \frac{2.25-0.5128}{1.0206} \times 33.9 \\
&= 160.172 \text{ mm}
\end{aligned}$$

➤ Periode ulang 25 tahun

$$\begin{aligned}
Y_{T=25} &= -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \\
&= -\ln \left[\ln \left(\frac{25}{25-1} \right) \right] \\
&= 3.199 \\
X_{T=10} &= \bar{x} + \frac{yT-yn}{\sigma n} \times S \\
&= 102.47 + \frac{2.25-0.5128}{1.0206} \times 33.9 = 191.661 \text{ mm}
\end{aligned}$$

4.1.3.3. Metode Distribusi Normal

Tabel 4.6 Perhitungan Distribusi Normal

| No | Xi | Xi - X rt | (Xi - X rt) ² |
|--------|--------|-----------|--------------------------|
| 1 | 200 | 97.533 | 9512.751 |
| 2 | 153 | 50.533 | 2553.618 |
| 3 | 115 | 12.533 | 157.084 |
| 4 | 109 | 6.533 | 42.684 |
| 5 | 100 | -2.467 | 6.084 |
| 6 | 98 | -4.467 | 19.951 |
| 7 | 98 | -4.467 | 19.951 |
| 8 | 95 | -7.467 | 55.751 |
| 9 | 94 | -8.467 | 71.684 |
| 10 | 90 | -12.467 | 155.418 |
| 11 | 85 | -17.467 | 305.084 |
| 12 | 85 | -17.467 | 305.084 |
| 13 | 76 | -26.467 | 700.484 |
| 14 | 71 | -31.467 | 990.151 |
| 15 | 68 | -34.467 | 1187.951 |
| Jumlah | 1537 | 0.00 | 16083.7 |
| Rata" | 102.47 | 0.00 | 1072.249 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Standart Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{739.9}{9}}$$

$$S = 9.1$$

➤ Periode ulang 2 tahun

Nilai K untuk periode ulang 2 tahun = 0

$$R = [(S * K) + \bar{x}]$$

$$R = [(33.9 * 0) + 102.47]$$

$$R = 102.467 \text{ mm}$$

➤ Periode ulang 5 tahun

Nilai K untuk periode ulang 5 tahun = 0.84

$$R = [(S * K) + \bar{x}]$$

$$R = [(33.9 * 0.84) + 102.47]$$

$$R = 130.938 \text{ mm}$$

➤ Periode ulang 10 tahun

Nilai K untuk periode ulang 10 tahun = 1.28

$$R = [(S * K) + \bar{x}]$$

$$R = [(33.9 * 1.28) + 102.47]$$

$$R = 145.852 \text{ mm}$$

➤ Periode ulang 20 tahun

Nilai K untuk periode ulang 20 tahun = 1.64

$$R = [(S * K) + \bar{x}]$$

$$R = [(33.9 * 1.64) + 102.47]$$

$$R = 158.054 \text{ mm}$$

4.1.4. Uji Kecocokan Distribusi Probabilitas

Uji kecocokan distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistic sampel data yang dianalisa. Terdapat 2 jenis yang akan kita gunakan yaitu:

1. Uji *Chi* Kuadrat
2. Uji *Smirnov – Kolmogorov*

Berikut pembahasan untuk beberapa uji kecocokan :

4.1.4.1. Uji Chi Kuadrat

Tabel 4.7 Perhitungan Uji *Chi* Kuadrat

| M | CH | $P = \frac{M}{(n+1)} \%$ |
|--------|----------|--------------------------|
| 1 | 2.301 | 6.25% |
| 2 | 2.185 | 12.50% |
| 3 | 2.061 | 18.75% |
| 4 | 2.037 | 25.00% |
| 5 | 2.000 | 31.25% |
| 6 | 1.991 | 37.50% |
| 7 | 1.991 | 43.75% |
| 8 | 1.978 | 50.00% |
| 9 | 1.973 | 56.25% |
| 10 | 1.954 | 62.50% |
| 11 | 1.929 | 68.75% |
| 12 | 1.929 | 75.00% |
| 13 | 1.881 | 81.25% |
| 14 | 1.851 | 87.50% |
| 15 | 1.833 | 93.75% |
| Jumlah | 29.89481 | |
| Rata" | 1.992987 | |

Sumber : Hasil Perhitungan

- $G = 1 + 3.322 \log n$
 $G = 1 + 3.322(\log 15)$
 $G = 4.9068 \approx 5$
- Standart Deviasi :
 $S = 0.1216$
- Pembagian 5 sub kelompok , dengan batasan :
 1. Peluang 20%, $k = 0.84$ (dari tabel 2.6)
 $x = \bar{x} + k \cdot s$
 $x = 1.9929 + (0.84 \cdot 0.1216)$
 $x = 2.095$

2. Peluang 40%, $k = 0.25$ (dari tabel 2.6)

$$x = \bar{x} + k \cdot s$$

$$x = 1.9929 + (0.25 \cdot 0.1216)$$

$$x = 2.023$$

3. Peluang 60%, $k = -0.25$ (dari tabel 2.6)

$$x = \bar{x} + k \cdot s$$

$$x = 1.9929 + (-0.25 \cdot 0.1216)$$

$$x = 1.963$$

4. Peluang 80%, $k = -0.84$ (dari tabel 2.6)

$$x = \bar{x} + k \cdot s$$

$$x = 1.9929 + (-0.84 \cdot 0.1216)$$

$$x = 1.891$$

5. Peluang 99.99%, $k = -3.05$ (dari tabel 2.6)

$$x = \bar{x} + k \cdot s$$

$$x = 1.9929 + (-3.05 \cdot 0.1216)$$

$$x = 1.622$$

Tabel 4.8 Batas Sub Kelompok *Chi* Kuadrat

| Nilai Batas | O _i | E _i | (O _i – E _i) ² | Xh ² |
|-----------------|----------------|----------------|---|-----------------|
| 1.62 < x < 1.89 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| 1.89 < x < 1.96 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| 1.96 < x < 2.02 | 5 | 3 | 4 | 1.333 |
| 2.02 < x < 2.10 | 2 | 3 | 1 | 0.333 |
| x > 2.10 | 2 | 3 | 1 | 0.333 |
| Jumlah | 15 | 15 | 6 | 2.00 |

Sumber : Hasil Perhitungan

- Hitungan *Chi* Kuadrat hitungan = 2.00
- Derajat Kebebasan (Dk) :
 $dk = G - R - 1$
 $= 4 - 2 - 1 = 1$
- Derajat Alpha = 5%, *chi-square* teoritis = 3.84
- Syarat : *Chi* Teoritis > *Chi* Hitungan
 $3.80 > 2.00$ (Sehingga perhitungan dapat diterima)

4.1.4.2. Uji *Smirnov – Kolmogorov*

Tabel 4.9 Perhitungan Uji *Smirnov – Kolmogorov*

| m | CH | P(x) | P(x<) | f(t) | p'(x) | p'(x<) | D |
|--------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 1 | 2.301 | 0.06 | 0.94 | 2.53 | 0.07 | 0.93 | 0.01 |
| 2 | 2.185 | 0.13 | 0.88 | 1.58 | 0.14 | 0.86 | 0.02 |
| 3 | 2.061 | 0.19 | 0.81 | 0.56 | 0.21 | 0.79 | 0.03 |
| 4 | 2.037 | 0.25 | 0.75 | 0.37 | 0.29 | 0.71 | 0.04 |
| 5 | 2.000 | 0.31 | 0.69 | 0.06 | 0.36 | 0.64 | 0.04 |
| 6 | 1.991 | 0.38 | 0.63 | -0.01 | 0.43 | 0.57 | 0.05 |
| 7 | 1.991 | 0.44 | 0.56 | -0.01 | 0.50 | 0.50 | 0.06 |
| 8 | 1.978 | 0.50 | 0.50 | -0.13 | 0.57 | 0.43 | 0.07 |
| 9 | 1.973 | 0.56 | 0.44 | -0.16 | 0.64 | 0.36 | 0.08 |
| 10 | 1.954 | 0.63 | 0.38 | -0.32 | 0.71 | 0.29 | 0.09 |
| 11 | 1.929 | 0.69 | 0.31 | -0.52 | 0.79 | 0.21 | 0.10 |
| 12 | 1.929 | 0.75 | 0.25 | -0.52 | 0.86 | 0.14 | 0.11 |
| 13 | 1.881 | 0.81 | 0.19 | -0.92 | 0.93 | 0.07 | 0.12 |
| 14 | 1.851 | 0.88 | 0.13 | -1.17 | 1.00 | 0.00 | 0.13 |
| 15 | 1.833 | 0.94 | 0.06 | -1.32 | 1.07 | -0.07 | 0.13 |
| Rata'' | 1.99 | | | | | D Max | 0.134 |
| Jumlah | 29.89 | | | | | | |

Sumber : Hasil Perhitungan

Cara Perhitungan :

1. Kolom 1 (m) urutan nilai CH dari yang terbesar sampai terkecil
2. Kolom 2 (CH) didapatkan dari perhitungan *log pearson type III*
3. Kolom 3 (Px) didapatkan dari perhitungan (m)/jumlah data + 1
4. Kolom 4 (Px<) didapatkan dari perhitungan 1 – (Px)
5. Kolom 5 (ft) didapatkan dari (CH – $X_{rata-rata}$) / Standart Deviasi
6. Kolom 6 (P'x) didapatkan dari (m) / jumlah data – 1
7. Kolom 7 (P'x<) didapatkan dari 1 – p'x
8. Kolom 8 (D) didapatkan dari (Px<) – (P'x<)
9. Do Didapatkan dari tabel 2.10 dengan derajat kebebasan 5% dan 15 jumlah data, yaitu sebesar = 0.34
10. Syarat :

$$D_o > D_{\max}$$

$0.34 > 0.134$ (Sehingga perhitungan dapat diterima)

4.1.5. Hasil Hujan Rencana Periode Ulang

Berdasarkan dari hasil uji distribusi yang digunakan, maka untuk menghitung curah hujan rencana dapat menggunakan cara dengan metode *Log Pearson Type III*, dengan curah hujan maksimal sebagai berikut :

Tabel 4.10 Tabel Hujan Rencana

| Periode Ulang (tahun) | Hujan Harian Maksimum (mm) |
|----------------------------|-------------------------------|
| 2 | 94.728 |
| 5 | 129.829 |
| 10 | 156.566 |
| 25 | 194.728 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.6. Perhitungan Analisa Konsentrasi Hujan

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir ke saluran dari titik terjauh suatu lahan. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$T_c = T_o + T_f.$$

T_c = Waktu konsentrasi hujan

t_0 = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir diatas permukaan tanah

t_f = Waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran

4.1.6.1. Perhitungan t_0

(Saluran Tersier Gunung Anyar Lor 1)

$$t_0 = \frac{2}{3} \times 3.28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s_0}}$$

$$t_0 = \frac{2}{3} \times 3.28 \times 139.72 \times \frac{0.02}{\sqrt{0.000543}}$$

$$t_0 = 0.07 \text{ jam}$$

Keterangan :

t_0 = Waktu air mengalir sampai ke saluran (Jam)

L_0 = Jarak titik terjauh lahan terhadap saluran (m)

nd = Angka kekasaran permukaan laha (tabel 2.10)

S_0 = Kemiringan medan rata-rata saluran yang di tinjau

➤ Selanjutnya perhitungan t_0 dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11 Perhitungan t_0

| No | Saluran Tersier | L_0 (m) | S_0 | T_0 (Jam) |
|----|--------------------------|--------------|----------|----------------|
| 1 | Sal Gunung anyar lor 1 | 139.72 | 0.000543 | 0.07 |
| 2 | Sal Gunung anyar lor 2 | 276.88 | 0.000726 | 0.13 |
| 3 | Sal Suryamas barat 1 | 214.12 | 0.000175 | 0.20 |
| 4 | Sal Suryamas barat 2 | 271.71 | 0.000417 | 0.16 |
| 5 | Sal Suryamas barat 3 | 213.83 | 0.000091 | 0.27 |
| 6 | Sal Suryamas selatan 1 | 211.74 | 0.000087 | 0.28 |
| 7 | Sal Griya pesona Alam | 246.62 | 0.000502 | 0.13 |
| 8 | Sal Alammas gunung anyar | 128.04 | 0.000087 | 0.17 |
| 9 | Sal New green hill | 168.92 | 0.000199 | 0.15 |
| 10 | Sal Alam gunung anyar | 179.99 | 0.000123 | 0.20 |
| 11 | Sal Putra alam indah | 120.61 | 0.000156 | 0.12 |
| 12 | Sal BP2IP | 223.27 | 0.000072 | 0.32 |
| No | Saluran Tersier | L_0 (m) | S_0 | T_0 (Jam) |

| | | | | |
|----|----------------------------------|--------|----------|------|
| 13 | Sal Wiguna Residance | 310.67 | 0.000215 | 0.26 |
| 14 | Sal Gunung anyar permai 1 | 174.12 | 0.000566 | 0.09 |
| 15 | Sal Gunung anyar permai 2 | 207.97 | 0.000519 | 0.11 |
| 16 | Sal Gunung anyar timur | 144.40 | 0.000417 | 0.09 |
| 17 | Sal Bumi permata Gunung Anyar | 344.27 | 0.000384 | 0.21 |
| 18 | Sal Bumi Pratama Asri | 239.14 | 0.000143 | 0.24 |
| 19 | Sal Gunung tambak | 76.95 | 0.000812 | 0.03 |
| 20 | Sal Evergreen de para | 157.46 | 0.000134 | 0.17 |
| 21 | Sal Gunung anyar asri | 209.45 | 0.000264 | 0.16 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.6.2. Pehitungan t_f

(Saluran Tersier Gunung Anyar Lor 1)

$$t_f = \frac{L}{V}$$

$$t_f = \frac{256.16 \text{ m}}{0.39 \text{ m/detik}}$$

$$t_f = 466 \text{ detik}$$

$$t_f = 0.13 \text{ jam}$$

Dimana :

L = Panjang Saluran yang ditinjau (m)

V = Kecepatan Aliran *Manning* (m/detik)

t_f = Lama Aliran dalam saluran (jam)

- Selanjutnya perhitungan t_f saluran tersier dapat dilihat pada tabel 4.12 dan t_f saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 4.13

Tabel 4.12 Perhitungan tf Saluran Tersier

| Saluran Tersier | Elv Tanggul. Hulu | Elv Tanggul Hilir | H sal | Elv. Dasar sal Hulu | Elv. Dasar sal Hilir | L (m) | I saluran | V (m/det) | Tf (jam) |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|------------------------------|-------------------------------|----------|--------------|--------------|-------------|
| Sal Gunung anyar lor 1 | 3.809 | 3.733 | 0.60 | 3.21 | 3.13 | 256.16 | 0.00029 | 0.39 | 0.13 |
| Sal Gunung anyar lor 2 | 3.753 | 3.552 | 0.80 | 2.95 | 2.75 | 287.00 | 0.00070 | 0.72 | 0.09 |
| Sal Suryamas barat 1 | 4.022 | 3.984 | 0.60 | 3.42 | 3.38 | 182.02 | 0.00020 | 0.53 | 0.11 |
| Sal Suryamas barat 2 | 3.950 | 3.837 | 0.60 | 3.35 | 3.24 | 213.84 | 0.00052 | 0.52 | 0.08 |
| Sal Suryamas barat 3 | 3.581 | 3.561 | 0.60 | 2.98 | 2.96 | 164.56 | 0.00011 | 0.40 | 0.14 |
| Sal Suryamas selatan 1 | 3.568 | 3.550 | 0.80 | 2.77 | 2.75 | 169.96 | 0.00010 | 0.45 | 0.16 |
| Sal Griya pesona alam | 3.300 | 3.176 | 0.60 | 2.70 | 2.58 | 218.45 | 0.00056 | 0.57 | 0.07 |
| Sal Alam emas gunung anyar | 3.198 | 3.187 | 0.80 | 2.40 | 2.39 | 165.03 | 0.00010 | 0.37 | 0.20 |
| Sal New green hill | 3.189 | 3.155 | 0.80 | 2.39 | 2.36 | 138.95 | 0.00024 | 0.67 | 0.08 |
| Sal Alam Gunung Anyar | 3.177 | 3.155 | 0.60 | 2.58 | 2.56 | 232.00 | 0.00010 | 0.30 | 0.23 |
| Sal Putra alam indah | 3.090 | 3.072 | 0.60 | 2.49 | 2.47 | 138.95 | 0.00013 | 0.34 | 0.11 |
| Sal BP2IP | 3.069 | 3.053 | 1.20 | 1.87 | 1.85 | 109.90 | 0.00014 | 0.43 | 0.08 |

| Saluran Tersier | Elv Tanggul. Hulu | Elv Tanggul Hilir | H sal (m) | Elv. Dasar sal Hulu | Elv. Dasar sal Hilir | L (m) | I saluran | V (m/det) | Tf (jam) |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|----------|--------------|--------------|-------------|
| Sal Wiguna Residance | 3.045 | 2.978 | 0.80 | 2.24 | 2.18 | 281.85 | 0.00023 | 0.42 | 0.16 |
| Sal Gunung anyar permai 1 | 3.849 | 3.751 | 0.60 | 3.25 | 3.15 | 133.44 | 0.00073 | 0.66 | 0.04 |
| Sal Gunung anyar permai 2 | 3.647 | 3.539 | 0.60 | 3.05 | 2.94 | 176.11 | 0.00061 | 0.60 | 0.06 |
| Sal Gunung anyar timur | 3.496 | 3.435 | 0.80 | 2.70 | 2.64 | 85.32 | 0.00070 | 0.74 | 0.03 |
| Sal Bumi permata Gunung Anyar | 3.390 | 3.257 | 0.60 | 2.79 | 2.66 | 119.46 | 0.00111 | 0.50 | 0.03 |
| Sal Bumi Pratama Asri | 2.591 | 2.557 | 0.80 | 1.79 | 1.76 | 181.85 | 0.00018 | 0.46 | 0.12 |
| Sal Gunung tambak | 2.858 | 2.796 | 0.80 | 2.06 | 2.00 | 214.42 | 0.00029 | 0.56 | 0.11 |
| Sal Evergreen de para | 2.547 | 2.526 | 0.60 | 1.95 | 1.93 | 181.86 | 0.00011 | 0.66 | 0.16 |
| Sal Gunung anyar asri | 2.752 | 2.697 | 0.80 | 1.95 | 1.90 | 209.38 | 0.00028 | 0.44 | 0.11 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.13 Perhitungan tf Saluran Sekunder

| Saluran Sekunder | Elv Tanggul. Hulu | Elv Tanggul Hilir | H sal (m) | Elv. Dasar sal Hulu | Elv. Dasar sal Hilir | L (m) | I saluran | V m/det | Tf (jam) |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|---------------------------|----------------------------|----------|--------------|------------|-------------|
| Sal Sekunder 1 ke 2 | 3.552 | 3.450 | 0.80 | 2.752 | 2.650 | 432 | 0.00024 | 0.48 | 0.17 |
| Sal Sekunder 12 ke 13 | 3.911 | 3.645 | 1.00 | 2.911 | 2.645 | 267 | 0.00100 | 0.82 | 0.05 |
| Sal Sekunder 13 ke 2 | 3.645 | 3.450 | 1.00 | 2.645 | 2.450 | 202 | 0.00097 | 1.49 | 0.05 |
| Sal Sekunder 2 ke 3 | 3.450 | 3.300 | 1.00 | 2.450 | 2.300 | 157 | 0.00095 | 0.70 | 0.04 |
| Sal Sekunder 3 ke 4 | 3.300 | 3.176 | 1.00 | 2.300 | 2.176 | 160 | 0.00077 | 0.63 | 0.05 |
| Sal Sekunder 4 ke 5 | 3.176 | 3.155 | 1.20 | 2.176 | 1.955 | 263 | 0.00084 | 0.21 | 0.18 |
| Sal Sekunder 5 ke 6 | 3.155 | 3.098 | 1.25 | 1.955 | 1.848 | 287 | 0.00037 | 0.33 | 0.11 |
| Sal Sekunder 6 ke 7 | 3.098 | 3.072 | 1.40 | 1.698 | 1.672 | 255 | 0.00010 | 0.26 | 0.14 |
| Sal Sekunder 7 ke 8 | 3.072 | 3.053 | 1.40 | 1.672 | 1.653 | 267 | 0.00007 | 0.26 | 0.24 |
| Sal Sekunder 8 ke 9 | 3.053 | 2.978 | 1.40 | 1.653 | 1.578 | 123 | 0.00061 | 0.87 | 0.04 |
| Sal Sekunder 9 ke 10 | 2.978 | 2.790 | 1.40 | 1.578 | 1.210 | 89 | 0.00210 | 1.32 | 0.02 |

| Saluran Sekunder | ELT. Hulu | ELT. Hilir | H sal | Elv. Hulu Dasar | Elv. Hilir Dasar | L saluran | I saluran | V m/det | Tf |
|-----------------------|--------------|---------------|-------|-----------------------|------------------------|--------------|--------------|------------|------|
| Sal Sekunder 14 ke 15 | 3.751 | 3.647 | 1.00 | 2.751 | 2.647 | 362 | 0.00029 | 0.62 | 0.19 |
| Sal Sekunder 15 ke 16 | 3.647 | 3.435 | 1.20 | 2.647 | 2.235 | 253 | 0.00162 | 1.39 | 0.07 |
| Sal Sekunder 16 ke 17 | 3.435 | 3.157 | 1.40 | 2.235 | 1.757 | 460 | 0.00104 | 1.01 | 0.15 |
| Sal Sekunder 17 ke 10 | 3.157 | 2.790 | 1.40 | 1.757 | 1.390 | 330 | 0.00111 | 0.54 | 0.05 |
| Sal Sekunder 18 ke 19 | 2.858 | 2.820 | 1.00 | 1.858 | 1.820 | 157 | 0.00024 | 0.55 | 0.05 |
| Sal Sekunder 19 ke 10 | 2.820 | 2.790 | 1.40 | 1.820 | 1.390 | 144 | 0.00298 | 1.38 | 0.03 |
| Sal Sekunder 10 ke 11 | 2.790 | 2.540 | 1.70 | 1.390 | 0.840 | 282 | 0.00301 | 1.54 | 0.14 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.6.3. Perhitungan tc (waktu konsentrasi hujan)

(Saluran Tersier Gunung Anyar Lor 1)

$$T_c = t_o + t_f$$

$$T_c = 0.07 \text{ jam} + 0.13 \text{ jam}$$

$$T_c = 0.20 \text{ jam}$$

➤ Selanjutnya perhitungan tc dapat dilihat pada tabel 4.14

Tabel 4.14 Pehitungan Tc

| Titik Sal | Nama Saluran | To | Tf | Tc | Tc Max1 | Tc Max |
|-----------|----------------------------|------|------|------|---------|--------|
| 1 | Sal Gunung anyar lor 1 | 0.07 | 0.13 | 0.20 | 0.21 | 0.21 |
| | Sal Gunung anyar lor 2 | 0.13 | 0.09 | 0.21 | | |
| 11 | Sal Suryamas barat 1 | 0.20 | 0.11 | 0.31 | 0.31 | 0.31 |
| | Sal Suryamas barat 2 | 0.16 | 0.08 | 0.24 | | |
| 12 | Sal Suryamas barat 3 | 0.27 | 0.14 | 0.42 | 0.42 | 0.42 |
| 1- 2 | Sal Sekunder 1-2 | - | 0.17 | 0.21 | 0.38 | 0.41 |
| 12-13 | Sal Sekunder 12-13 | - | 0.05 | 0.31 | 0.36 | |
| 13-2 | Sal Sekunder 13-2 | - | 0.05 | 0.36 | 0.41 | |
| 2-3 | Sal Sekunder 2-3 | - | 0.04 | 0.41 | 0.45 | 0.45 |
| 3 | Sal Suryamas selatan 1 | 0.28 | 0.16 | 0.44 | 0.44 | |
| 3-4 | Sal Sekunder 3-4 | - | 0.05 | 0.45 | 0.50 | 0.50 |
| 4 | Sal Griya pesona alam | 0.13 | 0.07 | 0.21 | 0.37 | |
| | Sal Alam emas gunung anyar | 0.17 | 0.20 | 0.37 | | |
| 4-5 | Sal Sekunder 4-5 | - | 0.18 | 0.50 | 0.68 | 0.68 |
| 5 | Sal New green hill | 0.15 | 0.08 | 0.23 | 0.23 | |
| 5-6 | Sal Sekunder 5-6 | - | 0.11 | 0.68 | 0.79 | 0.79 |
| 6 | Sal Alam Gunung Anyar | 0.32 | 0.23 | 0.55 | 0.55 | |
| 6-7 | Sal Sekunder 6-7 | - | 0.14 | 0.79 | 0.93 | 0.93 |
| 7 | Sal Putra alam indah | 0.29 | 0.11 | 0.40 | 0.40 | |
| 7-8 | Sal Sekunder 6-7 | - | 0.04 | 0.93 | 0.97 | 0.97 |
| 8 | Sal BP2IP | 0.11 | 0.08 | 0.19 | 0.19 | |
| 8-9 | Sal Sekunder 8-9 | - | 0.19 | 0.97 | 1.15 | 1.15 |
| 9 | Sal Wiguna Residance | 0.26 | 0.16 | 0.42 | 0.42 | |
| 9-10 | Sal Sekunder 9-10 | - | 0.05 | 1.15 | 1.21 | 1.21 |

| Titik Sal | Nama Saluran | To | Tf | Tc | Tc Max | Tc Max |
|-----------|-------------------------------|------|------|------|--------|--------|
| 14 | Sal Gunung anyar permai 1 | 0.09 | 0.04 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| 14-15 | Sal Sekunder 14-15 | - | 0.18 | 0.13 | 0.31 | 0.31 |
| 15 | SalGununganyarpermai 2 | 0.11 | 0.06 | 0.17 | 0.17 | |
| 15-16 | Sal Sekunder 15-16 | - | 0.07 | 0.31 | 0.38 | 0.38 |
| 16 | Sal Gunung anyar timur | 0.09 | 0.03 | 0.11 | 0.11 | |
| 16-17 | Sal Sekunder 16-17 | - | 0.05 | 0.38 | 0.44 | 0.44 |
| 17 | Sal Bumi permata Gunung Anyar | 0.21 | 0.03 | 0.24 | 0.31 | |
| 17-10 | Sal Sekunder 17-10 | - | 0.05 | 0.44 | 0.49 | 0.49 |
| 18 | Sal Bumi Pratama Asri | 0.24 | 0.11 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| | SalGunungAnyar tambak | 0.03 | 0.16 | 0.19 | 0.19 | |
| 18-19 | Sal Sekunder 18-19 | - | 0.05 | 0.49 | 0.54 | 0.54 |
| 19 | Sal Evergreen de para | 0.17 | 0.12 | 0.29 | 0.29 | |
| | Sal Gunung anyar asri | 0.16 | 0.11 | 0.27 | | |
| 19-10 | Sal Sekunder 18-19 | - | 0.03 | 0.54 | 0.57 | 0.57 |
| 10-11 | Sal Sekunder 10-11 | - | 0.14 | 1.21 | 1.35 | 1.35 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.7. Perhitungan Intensitas Hujan

Besarnya intensitas hujan berbeda-beda. Waktu curah hujan sangat mempengaruhi besar kecilnya intensitas hujan Untuk menghitung intensitasn hujan dapat menggunakan rumus Dr.Monoboe, yaitu sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

Keterangan :

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

R24 = Curah hujan harian rata – rata pada periode ulang tertentu (mm)

➤ **Intensitas Hujan Periode Ulang 2 tahun**

Intensitas hujan periode ulang 2 tahun ini dihitung menggunakan rumus Dr.Mononobe yang menggunakan curah hujan harian rata-rata maksimum periode ulang tertentu pada metode *Log-Pearson Type III*. Intensitas hujan periode ulang 2 tahun digunakan untuk mengetahui debit rencana yang akan digunakan untuk saluran tersier drainase perkotaan sedangkan untuk saluran sekunder menggunakan periode ulang 5 tahun.

Berikut Perhitungan Intesitas Hujan Saluran Tersier Gunung Anyar Lor 1.

$$I = \frac{94.728 \text{ mm/jam}}{24} \cdot \left[\frac{24}{0,20 \text{ jam}} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 96.71 \text{ mm/jam}$$

➤ Selanjutnya perhitungan intensitas hujan dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15 Perhitungan Intensitas Hujan

| Titik Saluran | Nama Saluran | Tc (jam) | R24 (mm) | Intensitas (mm/jam) |
|---------------|------------------------|----------|----------|---------------------|
| 1 | Sal Gunung anyar lor 1 | 0.20 | 94.728 | 96.71 |
| | Sal Gunung anyar lor 2 | 0.21 | 94.728 | 93.85 |
| 12 | Sal Suryamas barat 1 | 0.31 | 94.728 | 72.48 |
| | Sal Suryamas barat 2 | 0.24 | 94.728 | 86.68 |
| 13 | Sal Suryamas barat 3 | 0.42 | 94.728 | 59.64 |
| 12 ke 13 | Sal Sekunder 11-12 | 0.36 | 129.829 | 90.03 |
| 13 ke 2 | Sal Sekunder 12-2 | 0.41 | 129.829 | 82.52 |
| 1 ke 2 | Sal Sekunder 1-2 | 0.38 | 129.829 | 86.57 |
| 2 ke 3 | Sal Sekunder 2-3 | 0.45 | 129.829 | 77.62 |
| | | | | |

| Titik Saluran | Nama Saluran | Tc (jam) | R24 (mm) | Intensitas (mm/jam) |
|----------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|
| 3 | Sal Suryamas selatan 1 | 0.44 | 94.728 | 57.95 |
| 3 ke 4 | Sal Sekunder 3-4 | 0.50 | 129.829 | 72.78 |
| 4 | Sal Griya pesona alam | 0.21 | 94.728 | 94.72 |
| | Sal Alam emas gunung anyar | 0.37 | 94.728 | 64.57 |
| 4 ke 5 | Sal Sekunder 4-5 | 0.68 | 129.829 | 59.08 |
| 5 | Sal New green hill | 0.23 | 94.728 | 90.01 |
| 5 ke 6 | Sal Sekunder 5-6 | 0.79 | 129.829 | 53.39 |
| 6 | Sal Alam Gunung Anyar | 0.55 | 94.728 | 49.65 |
| 6 ke 7 | Sal Sekunder 6-7 | 0.93 | 129.829 | 47.84 |
| 7 | Sal Putra alam indah | 0.40 | 94.728 | 61.08 |
| 7 ke 8 | Sal Sekunder 6-7 | 0.97 | 129.829 | 46.51 |
| 8 | Sal BP2IP | 0.19 | 94.728 | 99.98 |
| 8 ke 9 | Sal Sekunder 8-9 | 1.15 | 129.829 | 41.34 |
| 9 | Sal Wiguna Residance | 0.42 | 94.728 | 59.25 |
| 9 ke 10 | Sal Sekunder 9-10 | 1.21 | 129.829 | 40.13 |
| 14 | SalGununganyarpermai 1 | 0.13 | 94.728 | 131.37 |
| 14 ke 15 | Sal Sekunder 14-15 | 0.31 | 129.829 | 98.79 |
| 15 | SalGununganyar permai2 | 0.17 | 94.728 | 109.24 |
| 15 ke 16 | Sal Sekunder 15-16 | 0.38 | 129.829 | 86.52 |
| 16 | Sal Gunung anyar timur | 0.11 | 94.728 | 143.94 |
| 16 ke 17 | Sal Sekunder 16-17 | 0.44 | 129.829 | 79.42 |
| 17 | Sal Bumi permata Gunung Anyar | 0.24 | 94.728 | 85.93 |
| 17 ke 10 | Sal Sekunder 17-10 | 0.49 | 129.829 | 73.62 |
| 18 | Sal Bumi Pratama Asri | 0.35 | 94.728 | 66.58 |
| | Sal Gunung Anyar tambak | 0.19 | 94.728 | 99.60 |
| 18 ke 19 | Sal Sekunder 18-19 | 0.54 | 129.829 | 68.93 |

| Titik Saluran | Nama Saluran | Tc (jam) | R24 (mm) | Intensitas (mm/jam) |
|---------------|-----------------------|----------|----------|---------------------|
| 19 | Sal Evergreen de para | 0.29 | 94.728 | 76.65 |
| 19 | Sal Gunung anyar asri | 0.27 | 94.728 | 79.67 |
| 19 ke 10 | Sal Sekunder 19-10 | 0.57 | 129.829 | 66.66 |
| 10 ke 11 | Sal Sekunder 10-11 | 1.35 | 129.829 | 37.23 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.8. Perhitungan Debit Rasional

Rumus $Q = 0,278 \cdot \beta \cdot C \cdot It \cdot A$

Keterangan :

Q = Debit puncak (m^3/det)

It = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan (km^2)

C = Koefisien lahan

Berikut contoh perhitungan debit rasional pada Saluran Tersier Gunung Anyar Lor 1

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot C \cdot It \cdot A$$

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot (0.6) \cdot (96.71) \cdot (0.0253)$$

$$Q = 0.408 \text{ m}^3 / \text{det}$$

- Selanjutnya perhitungan debit rasional dapat dilihat pada tabel 4.16

Tabel 4.16 Perhitungan Debit Rasional

| Titik Saluran | Nama Saluran | C | I (mm/ja m) | A (km ²) | Q (m ³ /det) |
|---------------|---------------------------|------|-------------|----------------------|-------------------------|
| 1 | Sal Gunung anyar lor 1 | 0.60 | 96.71 | 0.0253 | 0.408 |
| | Sal Gunung anyar lor 2 | 0.60 | 93.85 | 0.0282 | 0.441 |
| 12 | Sal Suryamas barat 1 | 0.60 | 72.48 | 0.0281 | 0.340 |
| | Sal Suryamas barat 2 | 0.60 | 86.68 | 0.0313 | 0.452 |
| 13 | Sal Suryamas barat 3 | 0.60 | 59.64 | 0.0266 | 0.265 |
| 12-13 | Sal Sekunder 12-13 | 0.60 | 90.03 | 0.0594 | 0.892 |
| 13-2 | Sal Sekunder 13-2 | 0.60 | 82.52 | 0.0860 | 1.184 |
| 1-2 | Sal Sekunder 1-2 | 0.60 | 86.57 | 0.0535 | 0.772 |
| 2-3 | Sal Sekunder 2-3 | 0.60 | 77.62 | 0.1395 | 1.806 |
| 3 | Sal Suryamas selatan 1 | 0.60 | 57.95 | 0.0265 | 0.256 |
| 3-4 | Sal Sekunder 3-4 | 0.60 | 72.78 | 0.1660 | 2.015 |
| 4 | Sal Griya pesona alam | 0.60 | 94.72 | 0.0303 | 0.479 |
| | Sal Alam mas gunung anyar | 0.60 | 64.57 | 0.0242 | 0.261 |
| 4-5 | Sal Sekunder 4-5 | 0.60 | 59.08 | 0.2205 | 2.173 |
| 5 | Sal New green hill | 0.60 | 90.01 | 0.0263 | 0.395 |
| 5-6 | Sal Sekunder 5-6 | 0.60 | 53.39 | 0.2468 | 2.198 |
| 6 | Sal Alam Gunung Anyar | 0.10 | 49.65 | 0.0284 | 0.039 |
| 6-7 | Sal Sekunder 6-7 | 0.60 | 47.84 | 0.2752 | 2.197 |
| 7 | Sal Putra alam indah | 0.60 | 61.08 | 0.0238 | 0.242 |
| 7-8 | Sal Sekunder 6-7 | 0.60 | 46.51 | 0.3030 | 2.351 |
| 8 | Sal BP2IP | 0.60 | 99.98 | 0.0946 | 1.578 |
| 8-9 | Sal Sekunder 8-9 | 0.60 | 41.34 | 0.4176 | 2.880 |
| 9 | Sal Wiguna Residance | 0.60 | 59.25 | 0.0282 | 0.279 |
| 9-10 | Sal Sekunder 9-10 | 0.60 | 40.13 | 0.4459 | 2.985 |
| 14 | Sal Gunung anyar permai 1 | 0.60 | 131.37 | 0.0256 | 0.561 |

| Titik Saluran | Nama Saluran | C | I (mm/ja m) | A (km ²) | Q (m ³ /det) |
|---------------|-------------------------------|------|-------------|----------------------|-------------------------|
| 14-15 | Sal Sekunder 14-15 | 0.60 | 98.79 | 0.0256 | 0.422 |
| 15 | Sal Gunung anyar permai 2 | 0.60 | 109.24 | 0.0249 | 0.453 |
| 15-16 | Sal Sekunder 15-16 | 0.60 | 86.52 | 0.0505 | 0.728 |
| 16 | Sal Gunung anyar timur | 0.60 | 143.94 | 0.0239 | 0.573 |
| 16-17 | Sal Sekunder 16-17 | 0.60 | 79.42 | 0.0743 | 0.985 |
| 17 | Sal Bumi permata Gunung Anyar | 0.60 | 85.93 | 0.0279 | 0.400 |
| 17-10 | Sal Sekunder 17-10 | 0.60 | 73.62 | 0.1022 | 1.255 |
| 18 | Sal Bumi Pratama Asri | 0.60 | 66.58 | 0.0276 | 0.307 |
| | Sal Gunung Anyar tambak | 0.60 | 99.60 | 0.0239 | 0.397 |
| 18-19 | Sal Sekunder 18-19 | 0.60 | 68.93 | 0.1299 | 1.493 |
| 19 | Sal Evergreen de para | 0.60 | 76.65 | 0.0278 | 0.356 |
| | Sal Gunung anyar asri | 0.60 | 79.67 | 0.0247 | 0.328 |
| 19-10 | Sal Sekunder 18-19 | 0.60 | 66.66 | 0.1824 | 2.028 |
| 10-11 | Sal Sekunder 10-11 | 0.60 | 37.23 | 0.7305 | 4.537 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.9. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Hidrograf satuan suatu DAS adalah suatu limpasan langsung yang diakibatkan oleh suatu hujan efektif yang terbagi rata dalam waktu dan ruang. Tujuan dari hidrograf satuan adalah untuk memperkirakan hubungan antara hujan efektif dan aliran permukaan.

4.1.9.1. Perhitungan Distribusi Jam-jaman

Waktu terjadinya hujan terpusat menurut pengamatan telah terjadi selama 5 jam setiap hari. Sehingga perumusan perhitungan rata – rata sampai jam ke-t dengan menganggap sebagai hujan terpusat selama 5 jam. Berikut adalah perumusannya :

$$\begin{aligned}
 R_t &= \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{T}{t} \right)^{2/3} \\
 R_{t1} &= \frac{R_{24}}{5} \left(\frac{5}{1} \right)^{2/3} = 0.585 R_{24} \\
 R_{t2} &= \frac{R_{24}}{5} \left(\frac{5}{2} \right)^{2/3} = 0.368 R_{24} \\
 R_{t3} &= \frac{R_{24}}{5} \left(\frac{5}{3} \right)^{2/3} = 0.281 R_{24} \\
 R_{t4} &= \frac{R_{24}}{5} \left(\frac{5}{4} \right)^{2/3} = 0.232 R_{24} \\
 R_{t5} &= \frac{R_{24}}{5} \left(\frac{5}{5} \right)^{2/3} = 0.200 R_{24}
 \end{aligned}$$

4.1.9.2. Perhitungan Distribusi Hujan

Perhitungan distribusi hujan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 R'_t &= t \cdot R_t - (t - 1) R_{(t-1)} \\
 R'_{t1} &= 1 \cdot (0.585) - (1 - 1) 0 \\
 &= 0.585 \\
 R'_{t2} &= 2 \cdot (0.368) - (2 - 1) 0.585 \\
 &= 0.151 \\
 R'_{t3} &= 3 \cdot (0.281) - (3 - 1) 0.151 \\
 &= 0.107 \\
 R'_{t4} &= 4 \cdot (0.232) - (4 - 1) 0.107 \\
 &= 0.085 \\
 R'_{t5} &= 5 \cdot (0.200) - (5 - 1) 0.085 \\
 &= 0.072
 \end{aligned}$$

4.1.9.3. Perhitungan Curah Hujan Efektif

➤ Saluran Sekunder Amir Mahmud (Periode Ulang Hujan 2 Tahun)

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus :

$$R_{eff} = C \cdot X_t$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan dari perhitungan sebagai berikut :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,580
- Curah hujan rencana (Xt) = 94.73 mm

Maka curah hujan efektif adalah :

$$\begin{aligned}\text{Reff} &= C \cdot X_t \\ \text{Reff} &= 0,580 \cdot 94,73 \\ &= 54.94 \text{ mm}\end{aligned}$$

(Periode Ulang Hujan 5 Tahun)

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus :

$$\text{Reff} = C \cdot X_t$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan dari perhitungan sebagai berikut :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,580
- Curah hujan rencana (Xt) = 129.83 mm

Maka curah hujan efektif adalah :

$$\begin{aligned}\text{Reff} &= C \cdot X_t \\ \text{Reff} &= 0,580 \cdot 129.83 \\ &= 75.30 \text{ mm}\end{aligned}$$

➤ Saluran Sekunder Cabang Amir Mahmud (Periode Ulang Hujan 2 Tahun)

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus :

$$\text{Reff} = C \cdot X_t$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan dari perhitungan sebagai berikut :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,600
- Curah hujan rencana (Xt) = 94.73 mm

Maka curah hujan efektif adalah :

$$\begin{aligned}\text{Reff} &= C \cdot X_t \\ \text{Reff} &= 0,600 \cdot 94,73 \\ &= 56.84 \text{ mm}\end{aligned}$$

(Periode Ulang Hujan 5 Tahun)

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus :

$$Reff = C \cdot Xt$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan dari perhitungan sebagai berikut :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,60
- Curah hujan rencana (Xt) = 129.83 mm

Maka curah hujan efektif adalah :

$$Reff = C \cdot Xt$$

$$\begin{aligned} Reff &= 0,600 \cdot 129.83 \\ &= 77.90 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ **Saluran Sekunder Suryamas Barat**
(Periode Ulang Hujan 2 Tahun)

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus :

$$Reff = C \cdot Xt$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan dari perhitungan sebagai berikut :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,600
- Curah hujan rencana (Xt) = 94.73 mm

Maka curah hujan efektif adalah :

$$Reff = C \cdot Xt$$

$$\begin{aligned} Reff &= 0,600 \cdot 94,73 \\ &= 56.84 \text{ mm} \end{aligned}$$

(Periode Ulang Hujan 5 Tahun)

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus :

$$Reff = C \cdot Xt$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan dari perhitungan sebagai berikut :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,60
- Curah hujan rencana (Xt) = 129.83 mm

Maka curah hujan efektif adalah :

$$Reff = C \cdot Xt$$

$$\begin{aligned} Reff &= 0,600 \cdot 94,73 \\ &= 77.90 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ **Saluran Sekunder Gunung Anyar Sawah
(Periode Ulang Hujan 2 Tahun)**

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus :

$$Reff = C \cdot Xt$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan sebagai berikut :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,600
- Curah hujan rencana (Xt) = 94.73 mm

Maka curah hujan efektif adalah :

$$Reff = C \cdot Xt$$

$$\begin{aligned} Reff &= 0,600 \cdot 94,73 \\ &= 56.84 \text{ mm} \end{aligned}$$

(Periode Ulang Hujan 5 Tahun)

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus :

$$Reff = C \cdot Xt$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan sebagai berikut :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,60
- Curah hujan rencana (Xt) = 129.83 mm

Maka curah hujan efektif adalah :

$$Reff = C \cdot Xt$$

$$\begin{aligned} Reff &= 0,600 \cdot 94,73 \\ &= 77.90 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ **Saluran Sekunder Gunung Anyar Asri
(Periode Ulang Hujan 2 Tahun)**

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus :

$$Reff = C \cdot Xt$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan dari perhitungan sebagai berikut :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,600
- Curah hujan rencana (Xt) = 94.73 mm

Maka curah hujan efektif adalah :

$$Reff = C \cdot Xt$$

$$\begin{aligned} Reff &= 0,600 \cdot 94,73 \\ &= 56.84 \text{ mm} \end{aligned}$$

(Periode Ulang Hujan 5 Tahun)

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus :

$$Reff = C \cdot X_t$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan dari perhitungan sebagai berikut :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,60
- Curah hujan rencana (Xt) = 129.83 mm

Maka curah hujan efektif adalah :

$$Reff = C \cdot X_t$$

$$Reff = 0,600 \cdot 94,73$$

$$= 77.90 \text{ mm}$$

4.1.9.4. Perhitungan Curah Hujan Efektif Jam – Jaman

➤ Saluran Sekunder Amir Mahmud

Tabel 4.17 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Saluran Amir Mahmud

| Waktu | Reff | Reff | Rasio | Hujan jam-jaman | |
|-------|---------|---------|-------|-----------------|--------|
| Hujan | PUH 2th | PUH 5th | (Rt) | | |
| (jam) | (mm) | (mm) | % | 2th | 5th |
| 1 | 54.94 | 75.30 | 0.585 | 32.141 | 44.051 |
| 2 | 54.94 | 75.30 | 0.151 | 8.296 | 11.370 |
| 3 | 54.94 | 75.30 | 0.107 | 5.879 | 8.057 |
| 4 | 54.94 | 75.30 | 0.085 | 4.670 | 6.401 |
| 5 | 54.94 | 75.30 | 0.072 | 3.956 | 5.422 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Sekunder Cabang Amir Mahmud**

Tabel 4.18 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Saluran
Cabang Amir Mahmud

| Waktu | Reff | Reff | Rasio | Hujan jam-jam an | |
|-------|---------|---------|-------|---------------------|--------|
| Hujan | PUH 2th | PUH 5th | (Rt) | | |
| (jam) | (mm) | (mm) | % | 2th | 5th |
| 1 | 56.84 | 77.90 | 0.585 | 33.249 | 45.570 |
| 2 | 56.84 | 77.90 | 0.151 | 8.582 | 11.762 |
| 3 | 56.84 | 77.90 | 0.107 | 6.082 | 8.335 |
| 4 | 56.84 | 77.90 | 0.085 | 4.831 | 6.621 |
| 5 | 56.84 | 77.90 | 0.072 | 4.092 | 5.609 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Sekunder Suryamas Barat**

Tabel 4.19 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Saluran
Suryamas Barat

| Waktu | Reff | Reff | Rasio | Hujan jam-jam an | |
|-------|---------|---------|-------|---------------------|--------|
| Hujan | PUH 2th | PUH 5th | (Rt) | | |
| (jam) | (mm) | (mm) | % | 2th | 5th |
| 1 | 56.84 | 77.90 | 0.585 | 33.249 | 45.570 |
| 2 | 56.84 | 77.90 | 0.151 | 8.582 | 11.762 |
| 3 | 56.84 | 77.90 | 0.107 | 6.082 | 8.335 |
| 4 | 56.84 | 77.90 | 0.085 | 4.831 | 6.621 |
| 5 | 56.84 | 77.90 | 0.072 | 4.092 | 5.609 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Sekunder Gunung Anyar Sawah**

Tabel 4.20 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Saluran Gunung Anyar Sawah

| Waktu | Reff | Reff | Rasio | Hujan jam-jam an | |
|-------|---------|---------|-------|------------------|--------|
| Hujan | PUH 2th | PUH 5th | (Rt) | | |
| (jam) | (mm) | (mm) | % | 2th | 5th |
| 1 | 56.84 | 77.90 | 0.585 | 33.249 | 45.570 |
| 2 | 56.84 | 77.90 | 0.151 | 8.582 | 11.762 |
| 3 | 56.84 | 77.90 | 0.107 | 6.082 | 8.335 |
| 4 | 56.84 | 77.90 | 0.085 | 4.831 | 6.621 |
| 5 | 56.84 | 77.90 | 0.072 | 4.092 | 5.609 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Sekunder Gunung Anyaar Asri**

Tabel 4.21 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Saluran Gunung Anyar Asri

| Waktu | Reff | Reff | Rasio | Hujan jam-jam an | |
|-------|---------|---------|-------|------------------|--------|
| Hujan | PUH 2th | PUH 5th | (Rt) | | |
| (jam) | (mm) | (mm) | % | 2th | 5th |
| 1 | 56.84 | 77.90 | 0.585 | 33.249 | 45.570 |
| 2 | 56.84 | 77.90 | 0.151 | 8.582 | 11.762 |
| 3 | 56.84 | 77.90 | 0.107 | 6.082 | 8.335 |
| 4 | 56.84 | 77.90 | 0.085 | 4.831 | 6.621 |
| 5 | 56.84 | 77.90 | 0.072 | 4.092 | 5.609 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.9.5. Perhitungan Parameter HSS Nakayasu

➤ Saluran Sekunder Amir Mahmud

$$\text{Luas} = 0.446 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Saluran} = 2.033 \text{ km}$$

$$\begin{aligned} L < 15 \text{ km, maka : } \quad & \text{tg} = 0,21 \cdot L^{0,7} \\ & \text{tg} = 0,21 \cdot 2.033^{0,7} \\ & \text{tg} = 0,345 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{tr (satuan waktu hujan)} = 1 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} T_p &= \text{tg} + 0,8\text{tr} \\ &= 0,345 + 0,8 \cdot (1) \\ &= 1,145 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{0,3} &= \alpha \text{tg} \quad (\alpha = 2, \text{ daerah pengaliran biasa}) \\ &= 2 \cdot 0,345 \\ &= 0.690 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_p &= \frac{1}{3.6} \times A \times \frac{R_o}{(0.3 \times T_p + T_{0.3})} \\ &= \frac{1}{3.6} \times 0.446 \times \frac{1}{(0.3 \times 1.145 + 0.69)} \\ &= 0.12 \text{ m}^3 / \text{det} \end{aligned}$$

➤ Saluran Sekunder Cabang Amir Mahmud

$$\text{Luas} = 0.102 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Saluran} = 1.405 \text{ km}$$

$$\begin{aligned} L < 15 \text{ km, maka : } \quad & \text{tg} = 0,21 \cdot L^{0,7} \\ & \text{tg} = 0,21 \cdot 1.405^{0,7} \\ & \text{tg} = 0.266 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{tr (satuan waktu hujan)} = 1 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} T_p &= \text{tg} + 0,8\text{tr} \\ &= 0,266 + 0,8 \cdot (1) \\ &= 1,066 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{0,3} &= \alpha \text{tg} \quad (\alpha = 2, \text{ daerah pengaliran biasa}) \\ &= 2 \cdot 0,266 \\ &= 0.533 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_p &= \frac{1}{3.6} \times A \times \frac{R_o}{(0.3 \times T_p + T_{0.3})} \\
 &= \frac{1}{3.6} \times 0.102 \times \frac{1}{(0.3 \times 1.066 + 0.533)} \\
 &= 0.03 \text{ m}^3 / \text{det}
 \end{aligned}$$

➤ **Saluran Sekunder Suryamas Barat**

$$\text{Luas} = 0.086 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Saluran} = 0.468 \text{ km}$$

$$\begin{aligned}
 L < 15 \text{ km, maka : } & \quad \text{tg} = 0,21 \cdot L^{0,7} \\
 & \quad \text{tg} = 0,21 \cdot 0.468^{0,7} \\
 & \quad \text{tg} = 0.123 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{tr (satuan waktu hujan)} = 1 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 T_p &= \text{tg} + 0,8\text{tr} \\
 &= 0,123 + 0,8 \cdot (1) \\
 &= 0.923 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{0,3} &= \alpha \text{ tg} \quad (\alpha = 2, \text{ daerah pengaliran biasa}) \\
 &= 2 \cdot 0,123 \\
 &= 0.247 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_p &= \frac{1}{3.6} \times A \times \frac{R_o}{(0.3 \times T_p + T_{0.3})} \\
 &= \frac{1}{3.6} \times 0.086 \times \frac{1}{(0.3 \times 0.923 + 0.247)} \\
 &= 0.05 \text{ m}^3 / \text{det}
 \end{aligned}$$

➤ **Saluran Sekunder Gunung Anyar Sawah**

$$\text{Luas} = 0.182 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Saluran} = 0.301 \text{ km}$$

$$\begin{aligned}
 L < 15 \text{ km, maka : } & \quad \text{tg} = 0,21 \cdot L^{0,7} \\
 & \quad \text{tg} = 0,21 \cdot 0.301^{0,7} \\
 & \quad \text{tg} = 0.091 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{tr (satuan waktu hujan)} = 1 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 T_p &= \text{tg} + 0,8\text{tr} \\
 &= 0,091 + 0,8 \cdot (1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.891 \text{ jam} \\
 T_{0,3} &= \alpha \text{ tg} \quad (\alpha = 2, \text{ daerah pengaliran biasa }) \\
 &= 2 \cdot 0,091 \\
 &= 0.181 \text{ jam} \\
 Q_p &= \frac{1}{3.6} \times A \times \frac{R_o}{(0.3 \times T_p + T_{0.3})} \\
 &= \frac{1}{3.6} \times 0.182 \times \frac{1}{(0.3 \times 10.891 + 0.181)} \\
 &= 0.11 \text{ m}^3 / \text{det}
 \end{aligned}$$

➤ Saluran Sekunder Gunung Anyar Asri

$$\text{Luas} = 0.730 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Saluran} = 4.49 \text{ km}$$

$$\begin{aligned}
 L < 15 \text{ km, maka :} \quad & \text{tg} = 0,21 \cdot L^{0,7} \\
 & \text{tg} = 0,21 \cdot 4.49^{0,7} \\
 & \text{tg} = 0.601 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{tr (satuan waktu hujan)} = 1 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 T_p &= \text{tg} + 0,8 \text{tr} \\
 &= 0.601 + 0,8 \cdot (1) \\
 &= 1.401 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{0,3} &= \alpha \text{ tg} \quad (\alpha = 2, \text{ daerah pengaliran biasa }) \\
 &= 2 \cdot (0.601) \\
 &= 1.202 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_p &= \frac{1}{3.6} \times A \times \frac{R_o}{(0.3 \times T_p + T_{0.3})} \\
 &= \frac{1}{3.6} \times 0.730 \times \frac{1}{(0.3 \times 1.401 + 1.202)} \\
 &= 0.13 \text{ m}^3 / \text{det}
 \end{aligned}$$

4.1.9.6. Hydrograf Satuan Sintesis Nakayasu

➤ Saluran Amir Mahmud (PUH 2 tahun)

Tabel 4.22 Hydrograf Saluran Amir Mahmud

| Waktu | UH | Hujan efektif | | | | | Q2 |
|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| jam | m3/s | 32.141 | 8.296 | 5.879 | 4.670 | 3.956 | m3/s |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | | | 0.000 |
| 1.145 | 0.120 | 3.851 | 0.000 | | | | 3.851 |
| 2.00 | 0.027 | 0.867 | 0.224 | 0.000 | | | 1.090 |
| 3.00 | 0.005 | 0.151 | 0.039 | 0.028 | 0.000 | | 0.218 |
| 4.00 | 0.001 | 0.026 | 0.007 | 0.005 | 0.004 | 0.000 | 0.042 |
| 5.00 | 0.000 | 0.005 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.008 |
| 6.00 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| 7.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Cabang Amir Mahmud (PUH 2 tahun)**

Tabel 4.23 Hidrograf Saluran Cab. Amir Mahmud

| waktu | UH | Hujan efektif | | | | | Q2 |
|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| jam | m3/s | 33.249 | 8.582 | 6.082 | 4.831 | 4.092 | m3/s |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | | | 0.000 |
| 1.066 | 0.033 | 1.107 | 0.286 | | | | 1.393 |
| 2.00 | 0.004 | 0.134 | 0.035 | 0.000 | | | 0.169 |
| 3.00 | 0.000 | 0.014 | 0.004 | 0.003 | 0.000 | | 0.020 |
| 4.00 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| 5.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Gn. Anyar Sawah (PUH 2 tahun)****Tabel 4.24** Hidrograf Saluran Gn. Anyar Sawah

| waktu | UH | Hujan efektif | | | | | Q2 |
|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| jam | m3/s | 33.249 | 8.582 | 6.082 | 4.831 | 4.092 | m3/s |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | | | 0.000 |
| 0.891 | 0.113 | 3.756 | | | | | 3.756 |
| 1.00 | 0.055 | 1.817 | 0.000 | | | | 1.817 |
| 2.00 | 0.005 | 0.166 | 0.043 | 0.000 | | | 0.209 |
| 3.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | 0.000 |
| 4.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Suryamas Barat (PUH 2 tahun)**

Tabel 4.25 Hidrograf Saluran Suryamas Barat

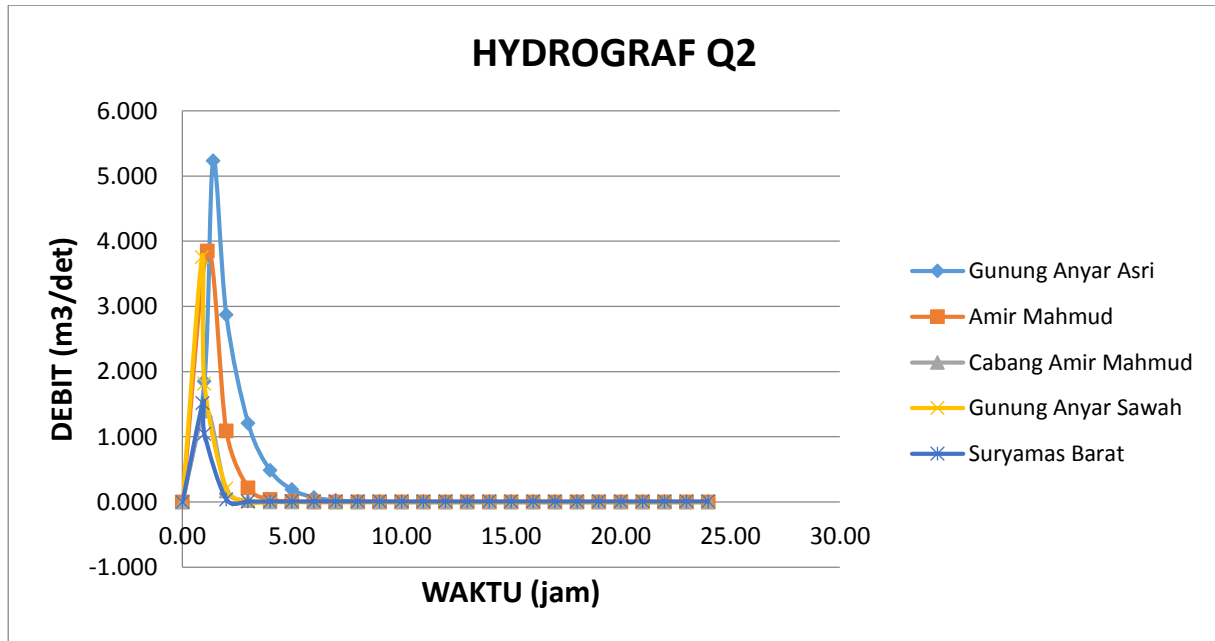
| waktu | UH | Hujan efektif | | | | | Q2 |
|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| jam | m3/s | 33.249 | 8.582 | 6.082 | 4.831 | 4.092 | m3/s |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | | | 0.000 |
| 0.923 | 0.046 | 1.517 | | | | | 1.517 |
| 1.00 | 0.031 | 1.044 | 0.000 | | | | 1.044 |
| 2.00 | 0.001 | 0.033 | 0.009 | 0.000 | | | 0.042 |
| 3.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | | 0.009 |
| 4.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 5.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 6.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 7.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 8.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 9.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 10.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 11.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 12.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 13.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 14.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 15.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 16.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 17.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 18.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 19.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 20.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 21.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 22.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 23.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |
| 24.00 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Gn. Anyar Asri (PUH 2 tahun)****Tabel 4.26** Hidrograf Saluran Gn. Anyar Asri

| waktu | UH | Hujan efektif | | | | | Q2 |
|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| jam | m3/s | 33.249 | 8.582 | 6.082 | 4.831 | 4.092 | m3/s |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | | | 0.000 |
| 1.00 | 0.056 | 1.852 | 0.000 | | | | 1.852 |
| 1.401 | 0.125 | 4.159 | 1.074 | | | | 5.233 |
| 2.00 | 0.069 | 2.282 | 0.589 | 0.000 | | | 2.871 |
| 3.00 | 0.025 | 0.838 | 0.216 | 0.153 | 0.000 | | 1.208 |
| 4.00 | 0.009 | 0.308 | 0.079 | 0.056 | 0.045 | 0.000 | 0.488 |
| 5.00 | 0.003 | 0.113 | 0.029 | 0.021 | 0.016 | 0.014 | 0.193 |
| 6.00 | 0.001 | 0.041 | 0.011 | 0.008 | 0.006 | 0.005 | 0.071 |
| 7.00 | 0.000 | 0.015 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.026 |
| 8.00 | 0.000 | 0.006 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.010 |
| 9.00 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 |
| 10.00 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| 11.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.1 Hidrograf 2 tahun
Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Saluran Amir Mahmud (PUH 5 tahun)

Tabel 4.27 Hydrograf Saluran Amir Mahmud

| Waktu | UH | Hujan efektif | | | | R5 | Q5 |
|-------|-------|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| jam | m3/s | 44.051 | 11.370 | 8.057 | 6.401 | 5.422 | m3/s |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | | | 0.000 |
| 1.145 | 0.120 | 5.278 | 0.000 | | | | 5.278 |
| 2.00 | 0.027 | 1.188 | 0.307 | 0.000 | | | 1.495 |
| 3.00 | 0.005 | 0.208 | 0.054 | 0.038 | 0.000 | | 0.299 |
| 4.00 | 0.001 | 0.036 | 0.009 | 0.007 | 0.005 | 0.000 | 0.058 |
| 5.00 | 0.000 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.011 |
| 6.00 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| 7.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Cabang Amir Mahmud (PUH 5 tahun)**

Tabel 4.28 Hidrograf Saluran Cab. Amir Mahmud

| waktu | UH | Hujan efektif | | | | | Q5 |
|-------|-------|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| jam | m3/s | 45.570 | 11.762 | 8.335 | 6.621 | 5.609 | m3/s |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | | | 0.000 |
| 1.066 | 0.033 | 1.518 | 0.392 | | | | 1.909 |
| 2.00 | 0.004 | 0.184 | 0.048 | 0.000 | | | 0.232 |
| 3.00 | 0.000 | 0.019 | 0.005 | 0.004 | 0.000 | | 0.028 |
| 4.00 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 |
| 5.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Gn. Anyar Sawah (PUH 5 tahun)****Tabel 4.29** Hidrograf Saluran Gn. Anyar Sawah

| waktu | UH | Hujan efektif | | | | R5 | Q5 |
|-------|-------|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| jam | m3/s | 45.570 | 11.762 | 8.335 | 6.621 | 5.609 | m3/s |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | | | 0.000 |
| 0.891 | 0.113 | 5.147 | | | | | 5.147 |
| 1.00 | 0.055 | 2.490 | 0.000 | | | | 2.490 |
| 2.00 | 0.005 | 0.228 | 0.059 | 0.000 | | | 0.287 |
| 3.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | 0.000 |
| 4.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Saluran Suryamas Barat (PUH 5 tahun)

Tabel 4.30 Hidrograf Saluran Suryamas Barat

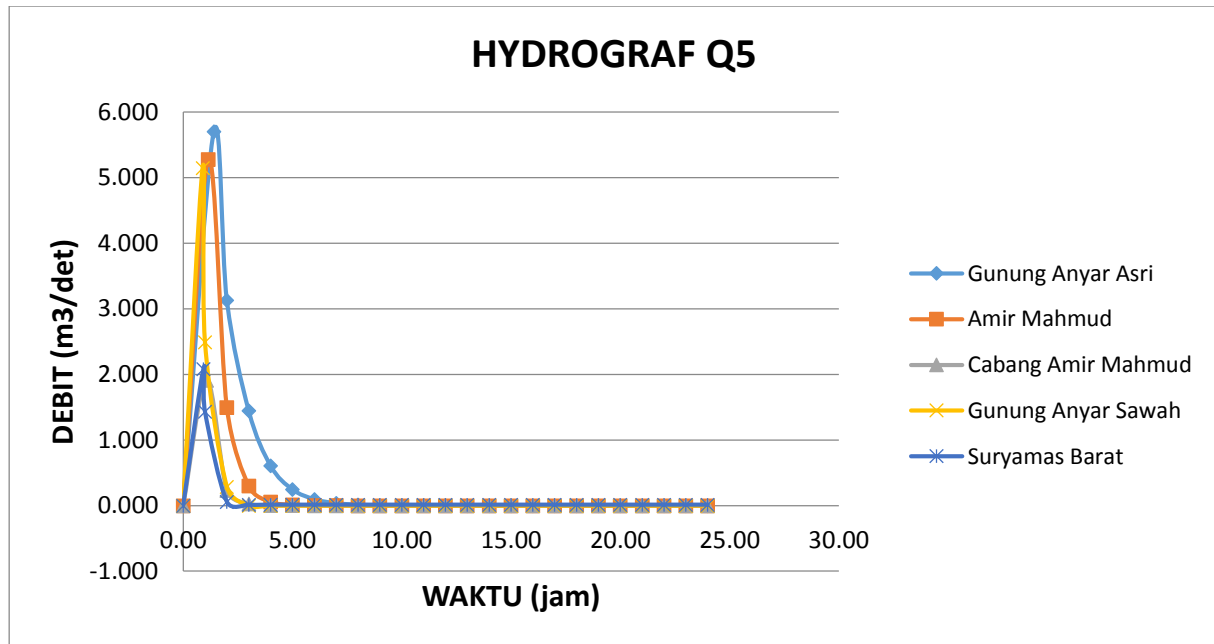
| waktu | UH | Hujan efektif | | | | R5 | Q5 |
|-------|-------|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| jam | m3/s | 45.570 | 11.762 | 8.335 | 6.621 | 5.609 | m3/s |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | | | 0.000 |
| 0.923 | 0.046 | 2.079 | | | | | 2.079 |
| 1.00 | 0.031 | 1.431 | 0.000 | | | | 1.431 |
| 2.00 | 0.001 | 0.046 | 0.012 | 0.000 | | | 0.057 |
| 3.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | | 0.012 |
| 4.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 5.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 6.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 7.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 8.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 9.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 10.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 11.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 12.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 13.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 14.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 15.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 16.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 17.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 18.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 19.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 20.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 21.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 22.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 23.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| 24.00 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Saluran Gn. Anyar Asri (PUH 5 tahun)****Tabel 4.31** Hidrograf Saluran Gn. Anyar Asri

| waktu | UH | Hujan efektif | | | | | Q5 |
|-------|-------|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| jam | m3/s | 45.570 | 11.762 | 8.335 | 6.621 | 5.609 | m3/s |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | | | 0.000 |
| 1.401 | 0.125 | 5.701 | | | | | 5.701 |
| 2.00 | 0.069 | 3.128 | 0.000 | | | | 3.128 |
| 3.00 | 0.025 | 1.149 | 0.296 | 0.000 | | | 1.445 |
| 4.00 | 0.009 | 0.422 | 0.109 | 0.077 | 0.000 | | 0.608 |
| 5.00 | 0.003 | 0.155 | 0.040 | 0.028 | 0.023 | 0.000 | 0.246 |
| 6.00 | 0.001 | 0.057 | 0.015 | 0.010 | 0.008 | 0.007 | 0.097 |
| 7.00 | 0.000 | 0.021 | 0.005 | 0.004 | 0.003 | 0.003 | 0.036 |
| 8.00 | 0.000 | 0.008 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.013 |
| 9.00 | 0.000 | 0.003 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.005 |
| 10.00 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| 11.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| 12.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.2 Hidrograf 5 tahun
Sumber : Hasil Perhitungan

4.2. Perhitungan Hidrolika

Dalam tugas akhir ini akan menghitung kapasitas saluran tersier dan sekunder dengan tujuan untuk mengetahui besarnya kapasitas saluran yang akan menampung debit rencana. Perhitungan kapasitas saluran berdasarkan pada dimensi saluran *existing* yang ada di lokasi studi.

4.2.1. Perhitungan Koefisien *Manning* Gabungan

Berdasarkan pada hasil *survey* dilapangan banyak saluran di lokasi studi yang menggunakan bahan material yang berbeda-beda, sehingga perlu dilakukan perhitungan koefisien *manning* gabungan. Berikut adalah perumusannya:

$$\bar{n} = \left(\frac{p_1 n_1^2 + p_2 n_2^2 + p_3 n_3^2}{P_{\text{total}}} \right)^{0.5}$$

Keterangan :

\bar{n} = angka kekasaran rata-rata

P_i = keliling penampang pada ruas ke i (m)

N_i = angka kekasaran pada ruas ke i

P_{total} = keliling penampang total (m)

➤ Saluran Tersier Gunung Anyar Lor 1

$$\bar{n} = \left(\frac{p_1 n_1^2 + p_2 n_2^2 + p_3 n_3^2}{P_{\text{total}}} \right)^{0.5}$$

$$\bar{n} = \left(\frac{(0.8 \times 0.013)^2 + (1 \times 0.022)^2 + (1 \times 0.022)^2}{2.80} \right)^{0.5}$$

$$\bar{n} = 0.02$$

Selanjutnya perhitungan dapat dilihat di tabel 5.1

Tabel 4.32 Perhitungan Koefisien *Manning* Gabungan

| Saluran Tersier | n | Panjang | Panjang Total | n gab |
|------------------------|-------|---------|---------------|-------|
| Sal Gunung anyar lor 1 | 0.013 | 0.800 | 2.800 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal Gunung anyar lor 2 | 0.013 | 1.000 | 3.561 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.281 | | |
| | 0.022 | 1.281 | | |
| Sal Suryamas Barat 1 | 0.013 | 0.800 | 2.497 | 0.013 |
| | 0.022 | 0.849 | | |
| | 0.022 | 0.849 | | |
| Sal Suryamas Barat 2 | 0.013 | 1.000 | 3.561 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.281 | | |
| | 0.022 | 1.281 | | |
| Sal Suryamas Barat 3 | 0.013 | 0.800 | 3.132 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.166 | | |
| | 0.022 | 1.166 | | |
| Sal Suryamas Selatan 1 | 0.013 | 0.800 | 3.132 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.166 | | |
| | 0.022 | 1.166 | | |
| Sal Griya Pesona Alam | 0.013 | 1.000 | 3.200 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.100 | | |
| | 0.022 | 1.100 | | |

| Saluran Tersier | n | Panjang | Panjang Total | n gab |
|---------------------------|----------|----------------|----------------------|--------------|
| Sal Alammas Gunung Anyar | 0.013 | 1.000 | 3.200 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.100 | | |
| | 0.022 | 1.100 | | |
| Sal New Green Hill | 0.013 | 1.000 | 3.000 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal Alam Gunung Anyar | 0.013 | 1.200 | 3.200 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal Putra Alam Indah | 0.013 | 0.800 | 2.800 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal BP2IP | 0.013 | 1.200 | 3.200 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal Wiguna Residence | 0.013 | 0.800 | 2.800 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal Gunung anyar permai 1 | 0.013 | 1.000 | 3.332 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.166 | | |
| | 0.022 | 1.166 | | |

| Saluran Tersier | n | Panjang | Panjang Total | n gab |
|------------------------------|----------|----------------|----------------------|--------------|
| Sal Gunung anyar permai 2 | 0.013 | 1.000 | 3.332 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.166 | | |
| | 0.022 | 1.166 | | |
| Sal Gunung Anyar Timur | 0.013 | 0.800 | 2.400 | 0.020 |
| | 0.022 | 0.800 | | |
| | 0.022 | 0.800 | | |
| Bumi Permata Gunung Anyar | 0.013 | 0.800 | 2.800 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal Evergreen De Para | 0.013 | 1.000 | 3.000 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal Bumi Permata Asri | 0.013 | 0.800 | 2.800 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal Gunung Anyar Tambak | 0.013 | 1.200 | 3.200 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal Gunung Anyar Asri | 0.013 | 1.200 | 3.200 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |

| Saluran Sekunder | n | Panjang | Panjang Total | n gab |
|--------------------|-------|---------|---------------|-------|
| Sal sekunder 1-2 | 0.013 | 1.000 | 2.600 | 0.024 |
| | 0.027 | 0.800 | | |
| | 0.027 | 0.800 | | |
| Sal sekunder 12-13 | 0.013 | 1.000 | 2.600 | 0.024 |
| | 0.027 | 0.800 | | |
| | 0.027 | 0.800 | | |
| Sal sekunder 13-2 | 0.013 | 1.200 | 3.200 | 0.013 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal sekunder 2-3 | 0.013 | 1.200 | 3.200 | 0.024 |
| | 0.027 | 1.000 | | |
| | 0.027 | 1.000 | | |
| Sal sekunder 3-4 | 0.013 | 1.200 | 3.000 | 0.024 |
| | 0.027 | 0.800 | | |
| | 0.027 | 1.000 | | |
| Sal sekunder 4-5 | 0.013 | 1.200 | 2.800 | 0.024 |
| | 0.027 | 0.800 | | |
| | 0.027 | 0.800 | | |
| Sal sekunder 5-6 | 0.013 | 1.200 | 3.200 | 0.024 |
| | 0.027 | 1.000 | | |
| | 0.027 | 1.000 | | |

| Saluran Sekunder | n | Panjang | Panjang Total | n gab |
|--------------------|-------|---------|---------------|-------|
| Sal sekunder 6-7 | 0.013 | 1.200 | 3.000 | 0.024 |
| | 0.027 | 0.800 | | |
| | 0.027 | 1.000 | | |
| Sal sekunder 7-8 | 0.013 | 1.200 | 3.200 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| Sal sekunder 8-9 | 0.013 | 1.400 | 3.400 | 0.020 |
| | 0.027 | 1.000 | | |
| | 0.027 | 1.000 | | |
| Sal sekunder 9-10 | 0.013 | 1.600 | 4.400 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.400 | | |
| | 0.022 | 1.400 | | |
| Sal sekunder 14-15 | 0.013 | 1.200 | 3.500 | 0.020 |
| | 0.027 | 1.300 | | |
| | 0.027 | 1.000 | | |
| Sal sekunder 15-16 | 0.013 | 1.200 | 3.000 | 0.024 |
| | 0.027 | 0.800 | | |
| | 0.027 | 1.000 | | |
| Sal sekunder 16-17 | 0.013 | 0.000 | 2.000 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.000 | | |
| | 0.022 | 1.000 | | |

| Saluran Sekunder | n | Panjang | Panjang Total | n gab |
|--------------------|-------|---------|---------------|-------|
| Sal sekunder 17-10 | 0.013 | 4.000 | 8.000 | 0.018 |
| | 0.027 | 2.000 | | |
| | 0.027 | 2.000 | | |
| Sal sekunder 18-19 | 0.013 | 1.600 | 4.400 | 0.020 |
| | 0.022 | 1.400 | | |
| | 0.022 | 1.400 | | |
| Sal sekunder 19-10 | 0.013 | 3.200 | 6.000 | 0.024 |
| | 0.022 | 1.400 | | |
| | 0.022 | 1.400 | | |
| Sal sekunder 10-11 | 0.013 | 6.200 | 19.497 | 0.022 |
| | 0.025 | 6.648 | | |
| | 0.025 | 6.648 | | |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.2. Perhitungan Debit Kapasitas Saluran

➤ Hasil *Survey* Saluran Tersier Gunung Anyar Lor 1
Bentuk Penampang Trapesium :

b = 1.0 m

H = 0.60 m

m = 0.50

L = 256.16 m

n = 0.020

4.2.2.1. Perhitungan Luas Penampang Saluran (A)

$$A = (b + m \cdot H) \cdot (H)$$

$$A = (1.0 + 0.5 \cdot (0.60)) \cdot (0.60)$$

$$A = 0.78 \text{ m}^2$$

4.2.2.2. Perhitungan Keliling Penampang Saluran (R)

$$P = b + 2(H) \sqrt{m^2 + 1}$$

$$P = 1.00 + 2(0.60) \sqrt{0.5^2 + 1}$$

$$P = 2.342 \text{ m}$$

4.2.2.3. Perhitungan Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0.78}{2.342}$$

$$R = 0.33 \text{ m}$$

4.2.2.4. Perhitungan Kecepatan Saluran (V)

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$V = 0.42 \text{ m / det}$$

4.2.2.5. Perhitungan Debit Kapasitas Saluran

(Saluran Tersier Gunung Anyar Lor 1)

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0.66 \text{ m}^2 (0.42 \text{ m/det})$$

$$Q = 0.33 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Selanjutnya perhitungan untuk saluran tersier dapat dilihat di tabel 5.2 dan saluran sekunder di tabel 5.3

Tabel 4.33 Pehitungan Debit Kapasitas Saluran Tersier

| Saluran Tersier | L | I Dasar Saluran | H | b | m | n | A | P | R | V | Q Fc |
|----------------------------|--------|-----------------|------|------|------|-------|-------------------|-------|------|---------|-----------------------|
| | (m) | | (m) | (m) | | | (m ²) | (m) | (m) | (m/det) | (m ³ /det) |
| Sal Gunung anyar lor 1 | 256.16 | 0.000296 | 0.60 | 1.00 | 0.50 | 0.020 | 0.78 | 2.342 | 0.33 | 0.42 | 0.33 |
| Sal Gunung anyar lor 2 | 287.00 | 0.000700 | 0.80 | 1.00 | 0.50 | 0.020 | 1.12 | 2.789 | 0.40 | 0.72 | 0.80 |
| Sal Suryamas barat 1 | 182.02 | 0.000206 | 0.60 | 1.20 | 0.00 | 0.013 | 0.72 | 2.400 | 0.30 | 0.49 | 0.35 |
| Sal Suryamas barat 2 | 213.84 | 0.000530 | 0.60 | 1.20 | 0.50 | 0.020 | 0.90 | 2.542 | 0.35 | 0.57 | 0.52 |
| Sal Suryamas barat 3 | 164.56 | 0.000119 | 0.60 | 1.20 | 0.00 | 0.013 | 0.72 | 2.400 | 0.30 | 0.37 | 0.27 |
| Sal Suryamas selatan 1 | 169.96 | 0.000108 | 0.80 | 0.80 | 0.00 | 0.013 | 0.64 | 2.400 | 0.27 | 0.33 | 0.21 |
| Sal Griya pesona alam | 218.45 | 0.000567 | 0.60 | 1.00 | 0.50 | 0.020 | 0.78 | 2.342 | 0.33 | 0.57 | 0.44 |
| Sal Alam emas gunung anyar | 165.03 | 0.000067 | 0.80 | 1.00 | 0.00 | 0.013 | 0.80 | 2.600 | 0.31 | 0.29 | 0.23 |
| Sal New green hill | 138.95 | 0.000242 | 0.80 | 0.80 | 0.00 | 0.013 | 0.64 | 2.400 | 0.27 | 0.49 | 0.32 |
| Sal Alam Gunung Anyar | 138.95 | 0.000074 | 0.60 | 0.60 | 0.00 | 0.013 | 0.36 | 1.800 | 0.20 | 0.23 | 0.08 |
| Sal Putra alam indah | 109.90 | 0.000203 | 0.60 | 1.00 | 0.50 | 0.020 | 0.78 | 2.342 | 0.33 | 0.34 | 0.27 |
| Sal BP2IP | 232.00 | 0.000071 | 1.20 | 1.60 | 0.50 | 0.013 | 2.64 | 4.283 | 0.62 | 0.47 | 1.24 |

| Saluran Tersier | L | I Dasar Saluran | H | b | m | n | A | P | R | V | Q Fc |
|-------------------------------|--------|-----------------|------|------|------|-------|-------------------|-------|------|---------|-----------------------|
| | (m) | | (m) | (m) | | | (m ²) | (m) | (m) | (m/det) | (m ³ /det) |
| Sal Wiguna Residance | 281.85 | 0.000237 | 0.80 | 1.00 | 0.50 | 0.020 | 1.12 | 2.789 | 0.40 | 0.42 | 0.47 |
| Sal Gunung anyar permai 1 | 133.44 | 0.000739 | 0.60 | 1.00 | 0.50 | 0.020 | 0.78 | 2.342 | 0.33 | 0.66 | 0.51 |
| Sal Gunung anyar permai 2 | 176.11 | 0.000613 | 0.60 | 1.00 | 0.50 | 0.020 | 0.78 | 2.342 | 0.33 | 0.60 | 0.47 |
| Sal Gunung anyar timur | 85.32 | 0.000706 | 0.80 | 1.00 | 0.50 | 0.020 | 1.12 | 2.789 | 0.40 | 0.72 | 0.81 |
| Sal Bumi permata Gunung Anyar | 274.00 | 0.000483 | 0.80 | 1.30 | 0.50 | 0.020 | 1.36 | 3.089 | 0.44 | 0.63 | 0.86 |
| Sal Evergreen de para | 181.85 | 0.000116 | 0.80 | 1.20 | 0.50 | 0.013 | 1.28 | 2.989 | 0.43 | 0.47 | 0.60 |
| Sal Bumi Pratama Asri | 214.42 | 0.000159 | 0.80 | 1.20 | 0.00 | 0.013 | 0.96 | 2.800 | 0.34 | 0.47 | 0.45 |
| Sal Gunung Anyar tambak | 181.86 | 0.000344 | 0.60 | 1.20 | 0.00 | 0.013 | 0.72 | 2.400 | 0.30 | 0.64 | 0.46 |
| Sal Gunung anyar asri | 209.38 | 0.000264 | 0.80 | 1.00 | 0.50 | 0.020 | 1.12 | 2.789 | 0.40 | 0.44 | 0.49 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.34 Pehitungan Debit Kapasitas Saluran Sekunder

| Saluran Sekunder | L | I Dasar Saluran | H | b | m | n | A | P | R | V | Q Fc |
|-----------------------|--------|-----------------|------|------|------|-------|-------------------|-------|------|---------|-----------------------|
| | (m) | | (m) | (m) | | | (m ²) | (m) | (m) | (m/det) | (m ³ /det) |
| Sal Sekunder 1 ke 2 | 432.00 | 0.00024 | 0.80 | 1.20 | 0.50 | 0.024 | 1.28 | 2.989 | 0.43 | 0.36 | 0.46 |
| Sal Sekunder 12 ke 13 | 266.53 | 0.00100 | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.024 | 1.70 | 3.436 | 0.49 | 0.82 | 1.40 |
| Sal Sekunder 13 ke 2 | 432.00 | 0.00097 | 1.00 | 1.40 | 0.00 | 0.013 | 1.40 | 3.400 | 0.41 | 1.32 | 1.85 |
| Sal Sekunder 2 ke 3 | 266.53 | 0.00095 | 1.00 | 1.50 | 0.50 | 0.024 | 2.00 | 3.736 | 0.54 | 0.85 | 1.69 |
| Sal Sekunder 3 ke 4 | 201.70 | 0.00077 | 1.00 | 1.50 | 0.50 | 0.024 | 2.00 | 3.736 | 0.54 | 0.76 | 1.53 |
| Sal Sekunder 4 ke 5 | 157.12 | 0.00030 | 1.20 | 1.70 | 0.50 | 0.024 | 2.76 | 4.383 | 0.63 | 0.53 | 1.46 |
| Sal Sekunder 5 ke 6 | 160.08 | 0.00037 | 1.25 | 1.75 | 0.50 | 0.024 | 2.97 | 4.545 | 0.65 | 0.60 | 1.80 |
| Sal Sekunder 6 ke 7 | 262.62 | 0.00010 | 1.40 | 2.00 | 0.50 | 0.024 | 3.78 | 5.130 | 0.74 | 0.35 | 1.30 |
| Sal Sekunder 7 ke 8 | 287.40 | 0.00007 | 1.40 | 2.40 | 0.50 | 0.020 | 4.34 | 5.530 | 0.78 | 0.36 | 1.56 |
| Sal Sekunder 8 ke 9 | 255.43 | 0.00061 | 1.40 | 2.40 | 0.50 | 0.020 | 4.34 | 5.530 | 0.78 | 1.05 | 4.56 |
| Sal Sekunder 9 ke 10 | 266.67 | 0.00210 | 1.40 | 2.40 | 0.50 | 0.013 | 4.34 | 5.530 | 0.78 | 1.19 | 5.16 |
| Sal Sekunder 14 ke 15 | 122.51 | 0.00029 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.013 | 1.00 | 3.000 | 0.33 | 0.62 | 0.62 |
| Sal Sekunder 15 ke 16 | 89.27 | 0.00162 | 1.20 | 1.30 | 0.50 | 0.020 | 2.28 | 3.983 | 0.57 | 1.39 | 3.16 |

| Saluran Sekunder | L | I Dasar Saluran | H | b | m | n | A | P | R | V | Q Fc |
|-----------------------|--------|-----------------|------|------|------|-------|-------------------|-------|------|---------|-----------------------|
| | (m) | | (m) | (m) | | | (m ²) | (m) | (m) | (m/det) | (m ³ /det) |
| Sal Sekunder 16 ke 17 | 361.57 | 0.00104 | 1.30 | 1.60 | 0.00 | 0.020 | 2.08 | 4.200 | 0.50 | 1.01 | 2.10 |
| Sal Sekunder 17 ke 10 | 253.44 | 0.00111 | 1.50 | 2.50 | 0.00 | 0.013 | 3.75 | 5.500 | 0.68 | 0.54 | 2.04 |
| Sal Sekunder 18 ke 19 | 459.59 | 0.00055 | 1.00 | 2.00 | 0.50 | 0.020 | 2.50 | 4.236 | 0.59 | 0.82 | 2.05 |
| Sal Sekunder 19 ke 10 | 330.11 | 0.00222 | 1.40 | 2.30 | 0.50 | 0.024 | 4.20 | 5.430 | 0.77 | 1.35 | 5.69 |
| Sal Sekunder 10 ke 11 | 156.87 | 0.00301 | 1.70 | 3.50 | 0.50 | 0.024 | 7.40 | 7.301 | 1.01 | 1.54 | 11.35 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.3. Perhitungan Tinggi Muka Air

Perhitungan tinggi muka air dengan tujuan untuk mencari besarnya tinggi muka air dari debit rencana yang dapat ditampung oleh saluran *existing*. Apabila tinggi muka air di saluran tersier melebihi tinggi jagaan sebesar 10cm maka saluran tersebut meluber. Sedangkan apabila tinggi muka air di saluran sekunder melebihi tinggi jagaan sebesar 20cm maka saluran tersebut meluber.

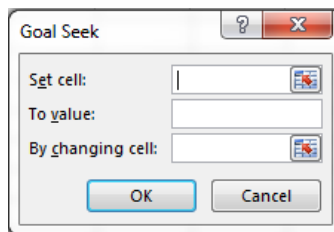
Tabel 4.35 Tinggi Jagaan Berdasarkan Jenis Saluran

| Jenis Saluran | Tinggi Jagaan (W) |
|------------------|-------------------|
| Saluran Tersier | 0.10 - 0.20 m |
| Saluran Sekunder | 0.20 - 0.40 m |
| Saluran Primer | 0.40 - 0.60 m |
| Sungai | 1 m |

Sumber : Fifi Sofia, 2006

Cara perhitungannya dapat menggunakan perintah *goal seek* pada *Microsoft excel*.

Perintah *Goal Seek* = Data – *What-if Analysis* – *Goal Seek*



Gambar 4.3 Tampilan Goal Seek

Sumber : Microsoft Excel

Langkah pengerjaan :

1. *Set Cell* :

Diisi dengan alamat sel yang memuat hasil yang akan diharapkan, dapat diisi dengan *Q goal seek*. Sebelumnya *Q goal seek* harus berisikan formula berupa perkalian luas penampang dan kecepatan.

2. *To Value* :

Diisi dengan nilai akhir yang diharapkan, dapat diisi dengan nilai dari *Q* rencana.

3. *By Changing Cell* :

Diisi dengan alamat sel yang memuat nilai yang akan dirubah agar mencapai hasil yang diharapkan, dapat diisi dengan *h* (tinggi muka air)

Selanjutnya perhitungan tinggi muka air yang meluber untuk saluran tersier dapat dilihat pada tabel 5.5 dan untuk saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 5.6

Tabel 4.36 Perhitungan Tinggi Muka Air Saluran Tersier

| Saluran Tersier | H | Q Fc | Q ras | V | h banjir | A | P | R | Q goal | Δh | Status Saluran |
|----------------------------|------|---------------------------|---------------------------|-------------|---------------|-------------------|-------|------|---------------------------|------------|-------------------|
| | (m) | (m ³ / det) | (m ³ / det) | (m/ det) | (m) | (m ²) | (m) | (m) | (m ³ / det) | m | |
| Sal Gunung anyar lor 1 | 0.60 | 0.33 | 0.41 | 0.42 | 0.72 | 0.98 | 2.615 | 0.38 | 0.41 | -0.12 | Meluber |
| Sal Gunung anyar lor 2 | 0.80 | 0.80 | 0.44 | 0.72 | 0.49 | 0.61 | 2.100 | 0.29 | 0.44 | 0.31 | Aman |
| Sal Suryamas barat 1 | 0.60 | 0.35 | 0.34 | 0.49 | 0.57 | 0.69 | 2.349 | 0.29 | 0.34 | 0.03 | Meluber |
| Sal Suryamas barat 2 | 0.60 | 0.52 | 0.45 | 0.57 | 0.53 | 0.78 | 2.395 | 0.33 | 0.45 | 0.07 | Meluber |
| Sal Suryamas barat 3 | 0.60 | 0.27 | 0.26 | 0.37 | 0.58 | 0.70 | 2.358 | 0.29 | 0.26 | 0.02 | Meluber |
| Sal Suryamas selatan 1 | 0.80 | 0.21 | 0.26 | 0.33 | 0.99 | 0.79 | 2.772 | 0.28 | 0.26 | -0.19 | Meluber |
| Sal Griya pesona alam | 0.60 | 0.44 | 0.48 | 0.57 | 0.64 | 0.84 | 2.427 | 0.35 | 0.48 | -0.04 | Meluber |
| Sal Alam emas gunung anyar | 0.80 | 0.23 | 0.26 | 0.29 | 0.91 | 0.91 | 2.814 | 0.32 | 0.26 | -0.11 | Meluber |
| Sal New green hill | 0.80 | 0.32 | 0.39 | 0.49 | 0.99 | 0.79 | 2.777 | 0.28 | 0.39 | -0.19 | Meluber |
| Sal Alam Gunung Anyar | 0.60 | 0.08 | 0.04 | 0.23 | 0.30 | 0.18 | 1.191 | 0.15 | 0.04 | 0.30 | Aman |
| Sal Putra alam indah | 0.60 | 0.27 | 0.24 | 0.34 | 0.55 | 0.70 | 2.234 | 0.32 | 0.24 | 0.05 | Meluber |
| Sal BP2IP | 1.20 | 1.24 | 1.58 | 0.47 | 1.45 | 3.37 | 4.839 | 0.70 | 1.58 | -0.25 | Meluber |

| Saluran Tersier | H | Q Fc | Q ras | V | h banjir | A | P | R | Q goal | Δh | Status Saluran |
|-------------------------------|------|-----------------------|-----------------------|---------|----------|-------------------|-------|------|-----------------------|-------|----------------|
| | (m) | (m ³ /det) | (m ³ /det) | (m/det) | (m) | (m ²) | (m) | (m) | (m ³ /det) | m | |
| Sal Wiguna Residance | 0.80 | 0.47 | 0.28 | 0.42 | 0.53 | 0.67 | 2.186 | 0.31 | 0.28 | 0.27 | Aman |
| Sal Gunung anyar permai 1 | 0.60 | 0.51 | 0.56 | 0.66 | 0.64 | 0.85 | 2.437 | 0.35 | 0.56 | -0.04 | Meluber |
| Sal Gunung anyar permai 2 | 0.60 | 0.47 | 0.45 | 0.60 | 0.58 | 0.75 | 2.299 | 0.33 | 0.45 | 0.02 | Meluber |
| Sal Gunung anyar timur | 0.80 | 0.81 | 0.57 | 0.72 | 0.61 | 0.79 | 2.357 | 0.34 | 0.57 | 0.19 | Aman |
| Sal Bumi permata Gunung Anyar | 0.80 | 0.86 | 0.40 | 0.63 | 0.42 | 0.63 | 2.235 | 0.28 | 0.40 | 0.38 | Aman |
| Sal Evergreen de para | 0.80 | 0.60 | 0.36 | 0.47 | 0.52 | 0.77 | 2.372 | 0.32 | 0.36 | 0.28 | Aman |
| Sal Bumi Pratama Asri | 0.80 | 0.45 | 0.33 | 0.47 | 0.58 | 0.70 | 2.361 | 0.30 | 0.33 | 0.22 | Aman |
| Sal Gunung Anyar tambak | 0.60 | 0.46 | 0.40 | 0.64 | 0.52 | 0.63 | 2.247 | 0.28 | 0.40 | 0.08 | Meluber |
| Sal Gunung anyar asri | 0.80 | 0.49 | 0.31 | 0.44 | 0.55 | 0.70 | 2.234 | 0.32 | 0.31 | 0.25 | Aman |

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.37 Perhitungan Tinggi Muka Air Saluran Sekunder

| Saluran Sekunder | H | Q Fc | Q ras | V | h banjir | A | P | R | Q goal | Δh | Status Saluran |
|-----------------------|------|-----------------------|-----------------------|---------|----------|-------------------|-------|------|-----------------------|------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /det) | (m ³ /det) | (m/det) | (m) | (m ²) | (m) | (m) | (m ³ /det) | m | |
| Sal Sekunder 1 ke 2 | 0.80 | 0.46 | 0.77 | 0.36 | 1.19 | 2.13 | 3.853 | 0.55 | 0.77 | -0.39 | Meluber |
| Sal Sekunder 12 ke 13 | 1.00 | 1.40 | 0.89 | 0.82 | 0.70 | 1.08 | 2.765 | 0.39 | 0.89 | 0.30 | Aman |
| Sal Sekunder 13 ke 2 | 1.00 | 1.85 | 0.89 | 1.32 | 0.48 | 0.67 | 2.363 | 0.29 | 0.89 | 0.52 | Aman |
| Sal Sekunder 2 ke 3 | 1.00 | 1.69 | 1.81 | 0.85 | 1.05 | 2.14 | 3.859 | 0.55 | 1.81 | -0.05 | Meluber |
| Sal Sekunder 3 ke 4 | 1.00 | 1.53 | 2.02 | 0.76 | 1.25 | 2.65 | 4.288 | 0.62 | 2.02 | -0.25 | Meluber |
| Sal Sekunder 4 ke 5 | 1.20 | 1.46 | 2.17 | 0.53 | 1.63 | 4.10 | 5.345 | 0.77 | 2.17 | -0.43 | Meluber |
| Sal Sekunder 5 ke 6 | 1.25 | 1.80 | 2.20 | 0.60 | 1.47 | 3.64 | 5.026 | 0.72 | 2.20 | -0.22 | Meluber |
| Sal Sekunder 6 ke 7 | 1.40 | 1.30 | 2.20 | 0.35 | 2.09 | 6.37 | 6.678 | 0.95 | 2.20 | -0.69 | Meluber |
| Sal Sekunder 7 ke 8 | 1.40 | 1.56 | 2.35 | 0.36 | 1.94 | 6.56 | 6.748 | 0.97 | 2.35 | -0.54 | Meluber |
| Sal Sekunder 8 ke 9 | 1.40 | 4.56 | 2.88 | 1.05 | 0.95 | 2.74 | 4.531 | 0.60 | 2.88 | 0.25 | Aman |
| Sal Sekunder 9 ke 10 | 1.40 | 5.16 | 2.98 | 1.19 | 0.88 | 2.51 | 4.372 | 0.57 | 2.98 | 0.46 | Aman |

| Saluran Sekunder | H | Q Fc | Q ras | V | h banjir | A | P | R | Q goal | Δh | Status Saluran |
|-----------------------|------|-----------------------|-----------------------|---------|----------|-------------------|-------|------|-----------------------|------|----------------|
| | (m) | (m ³ /det) | (m ³ /det) | (m/det) | (m) | (m ²) | (m) | (m) | (m ³ /det) | m | |
| Sal Sekunder 14 ke 15 | 1.00 | 0.62 | 0.42 | 0.62 | 0.67 | 0.67 | 2.345 | 0.29 | 0.42 | 0.33 | Aman |
| Sal Sekunder 15 ke 16 | 1.20 | 3.16 | 0.73 | 1.39 | 0.36 | 0.53 | 2.097 | 0.25 | 0.73 | 0.84 | Aman |
| Sal Sekunder 16 ke 17 | 1.30 | 2.10 | 0.98 | 1.01 | 0.61 | 0.97 | 2.816 | 0.35 | 0.98 | 0.69 | Aman |
| Sal Sekunder 17 ke 10 | 1.50 | 2.04 | 1.26 | 0.54 | 0.70 | 1.76 | 3.904 | 0.45 | 0.96 | 0.80 | Aman |
| Sal Sekunder 18 ke 19 | 1.00 | 2.05 | 1.49 | 0.82 | 0.72 | 1.69 | 3.601 | 0.47 | 1.39 | 0.28 | Aman |
| Sal Sekunder 19 ke 10 | 1.40 | 5.69 | 2.03 | 1.35 | 0.37 | 0.91 | 3.117 | 0.29 | 1.23 | 1.03 | Aman |
| Sal Sekunder 10 ke 11 | 1.70 | 11.35 | 4.54 | 1.54 | 0.76 | 2.96 | 5.204 | 0.57 | 4.54 | 0.94 | Aman |

Sumber : Hasil Perhitungan

Dapat kita lihat bahwa besarnya tinggi muka air yang meluber pada saluran tersier dan sekunder disimbolkan (Δh) dengan rumus : Tinggi Saluran (H) – Tinggi Mukai Air Banjir (h banjir)

4.2.4. Perhitungan *Redesign* Saluran

Untuk menanggulangi saluran yang meluber perlu dilakukan pemecahan masalah agar saluran dapat menerima debit rencana secara aman dan tidak mengakibatkan banjir. Pemecahan masalah yang sesuai dengan kondisi dilapangan adalah dengan mendesain ulang saluran *existing*, karena lahan yang akan digunakan sangat memungkinkan.

Untuk perencanaan Redesain Saluran yang meluber ditentukan dengan cara “*Trial And Error*”, dan dilakukan dengan *goal seek* yang ada pada *Microsoft excel*.

Perintah *Goal Seek* = Data – *What-if Analysis* – *Goal Seek*

Langkah pengerjaan :

1. *Set Cell* :

Diisi dengan alamat sel yang memuat hasil yang akan diharapkan, dapat diisi dengan *Q goal seek*. Sebelumnya *Q goal seek* harus berisikan formula berupa perkalian luas penampang dan kecepatan.

2. *To Value* :

Diisi dengan nilai akhir yang diharapkan, dapat diisi dengan nilai dari *Q* rencana.

3. *By Changing Cell* :

Diisi dengan alamat sel yang memuat nilai yang akan dirubah agar mencapai hasil yang diharapkan, dapat diisi dengan *h* (tinggi muka air)

Berikut perhitungan untuk saluran tersier dapat dilihat pada tabel 4.39. Sedangkan untuk saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 4.40.

Tabel 4.38 *Redesign Saluran Tersier*

| Saluran Tersier | H exs | b exs | Q Ras | Q Red | V Red | H red | b red | P red | A red | R red |
|----------------------------|----------|----------|---------------------------|---------------------------|-------------|----------|----------|----------|--------------------|----------|
| | (m) | (m) | (m ³ / det) | (m ³ / det) | (m/ det) | (m) | (m) | (m) | (m ²) | (m) |
| Sal Gunung anyar lor 1 | 0.60 | 1.00 | 0.41 | 0.59 | 0.48 | 0.70 | 1.40 | 2.97 | 1.225 | 0.413 |
| Sal Suryamas barat 1 | 0.60 | 1.20 | 0.34 | 0.49 | 0.53 | 0.70 | 1.30 | 2.70 | 0.910 | 0.337 |
| Sal Suryamas barat 2 | 0.60 | 1.20 | 0.45 | 0.67 | 0.61 | 0.70 | 1.20 | 2.77 | 1.085 | 0.392 |
| Sal Suryamas barat 3 | 0.60 | 1.20 | 0.26 | 0.41 | 0.41 | 0.70 | 1.40 | 2.80 | 0.980 | 0.350 |
| Sal Suryamas selatan 1 | 0.80 | 0.80 | 0.26 | 0.44 | 0.40 | 0.90 | 1.20 | 3.00 | 1.080 | 0.360 |
| Sal Griya pesona alam | 0.60 | 1.00 | 0.48 | 0.69 | 0.64 | 0.70 | 1.20 | 2.77 | 1.085 | 0.392 |
| Sal Alam emas gunung anyar | 0.80 | 1.00 | 0.26 | 0.30 | 0.31 | 0.90 | 1.10 | 2.90 | 0.990 | 0.34 |
| Sal New green hill | 0.80 | 0.80 | 0.39 | 0.65 | 0.60 | 0.90 | 1.20 | 3.00 | 1.080 | 0.360 |
| Sal Putra alam indah | 0.60 | 1.00 | 0.24 | 0.45 | 0.39 | 0.70 | 1.30 | 2.87 | 1.155 | 0.403 |
| Sal BP2IP | 1.20 | 1.60 | 1.58 | 1.76 | 0.51 | 1.30 | 2.00 | 4.91 | 3.445 | 0.702 |
| Sal Gunung anyar permai 1 | 0.60 | 1.00 | 0.56 | 0.80 | 0.74 | 0.70 | 1.20 | 2.77 | 1.085 | 0.392 |
| Sal Gunung anyar permai 2 | 0.60 | 1.00 | 0.45 | 0.73 | 0.67 | 0.70 | 1.2 | 2.77 | 1.085 | 0.392 |
| Sal Gunung Anyar tambak | 0.60 | 1.20 | 0.40 | 0.56 | 0.67 | 0.70 | 1.2 | 2.60 | 0.840 | 0.323 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

Pada saluran tersier dilakukan *redesain* dengan merubah lebar penampang, dan memperdalam saluran setinggi 10cm, karena apabila memperdalam saluran dengan lebih dari 10cm akan menyebabkan air tidak dapat mengalir secara gravitasi atau air dari saluran sekunder akan kembali ke saluran tersier. Hal ini terjadi karena perbedaan ketinggian dasar saluran sekunder dengan ketinggian dasar saluran tersier. Berikut adalah contohnya :

elv. Dasar Saluran Gunung Anyar lor 1 bagian hilir = 3.733 (lihat perhitungan Tf pada)

elv. Dasar Saluran Sekunder Amir Mahmud 1 ke 2 bagian hulu = 3.552 (lihat perhitungan tf)

Perbedaan ketinggian dasar saluran tersier dan sekunder hanya 18cm.

Tabel 4.39 Dimensi Saluran Sekunder *Redesign*

| Saluran Sekunder | H exs | b exs | Q Ras | Q Red | V Red | H red | b red | P red | A red | R red |
|---------------------|----------|----------|---------------------------|---------------------------|-------------|----------|-------|----------|--------------------|----------|
| | (m) | (m) | (m ³ / det) | (m ³ / det) | (m/ det) | (m) | (m) | (m) | (m ²) | (m) |
| Sal Sekunder 1 ke 2 | 0.80 | 1.20 | 0.77 | 1.62 | 0.56 | 1.00 | 2.40 | 4.64 | 2.900 | 0.626 |
| Sal Sekunder 2 ke 3 | 1.00 | 1.50 | 1.81 | 4.41 | 1.23 | 1.20 | 2.40 | 5.08 | 3.600 | 0.708 |
| Sal Sekunder 3 ke 4 | 1.00 | 1.50 | 2.02 | 3.97 | 1.10 | 1.20 | 2.40 | 5.08 | 3.600 | 0.708 |
| Sal Sekunder 4 ke 5 | 1.20 | 1.70 | 2.17 | 4.00 | 0.78 | 1.60 | 2.40 | 5.98 | 5.120 | 0.857 |
| Sal Sekunder 5 ke 6 | 1.25 | 1.75 | 2.20 | 4.46 | 0.87 | 1.60 | 2.40 | 5.98 | 5.120 | 0.857 |

| Saluran Sekunder | H exs | b exs | Q Rasi onal | Q Redes ign | V Rede sign | H rede sign | b rede sign | P | A | R |
|----------------------|----------|----------|---------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|--------------------|-------|
| | (m) | (m) | (m ³ / det) | (m ³ /d et) | (m/ det) | (m) | (m) | (m) | (m ²) | (m) |
| Sal Sekunder 6 ke 7 | 1.40 | 2.00 | 2.20 | 2.35 | 0.46 | 1.60 | 2.40 | 5.98 | 5.120 | 0.857 |
| Sal Sekunder 7 ke 8 | 1.40 | 2.40 | 2.35 | 2.59 | 0.51 | 1.60 | 2.40 | 5.98 | 5.120 | 0.857 |
| Sal Sekunder 8 ke 9 | 1.40 | 2.40 | 2.88 | 5.71 | 1.11 | 1.60 | 2.40 | 5.98 | 5.120 | 0.857 |
| Sal Sekunder 9 ke 10 | 1.40 | 2.40 | 2.98 | 9.49 | 1.47 | 1.30 | 2.40 | 5.98 | 5.120 | 0.857 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

Pada saluran sekunder dilakukan pelebaran saluran dengan dimensi lebar penampang yang sama dari hulu sampai hilir, hal ini ditujukan untuk mempermudah proses pekerjaan dan juga masih tersedianya lahan di lokasi studi untuk dilakukan pelebaran hingga maksimal 1.5m (lihat foto lokasi studi di lampiran).

Pada saluran sekunder 9 ke 10 dilakukan penimbunan (pendangkalan) dari tinggi saluran *existing* 1.4 m menjadi 1.3 m. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjunan karena elevasi yang curam.

4.2.5. Perhitungan Perbedaan Tinggi Muka Air Banjir Setelah *Redesign*

Perhitungan tinggi muka air banjir setelah *redesign* pada saluran yang telah di *redesign* yaitu dengan tujuan untuk mencari besarnya tinggi penurunan muka air banjir setelah adanya *redesign* saluran. Cara perhitungannya dapat menggunakan perintah *goal seek* pada *Microsoft excel*.

Perintah *Goal Seek* = Data – *What-if Analysis* – *Goal Seek*

Langkah pengerjaan :

1. *Set Cell* : Diisi dengan alamat sel yang memuat hasil yang akan diharapkan, dapat diisi dengan *Q goal seek*. Sebelumnya *Q goal seek* harus berisikan formula berupa perkalian luas penampang dan kecepatan.
2. *To Value* : Diisi dengan nilai akhir yang diharapkan, dapat diisi dengan nilai dari *Q rencana*.
3. *By Changing Cell* : Diisi dengan alamat sel yang memuat nilai yang akan dirubah agar mencapai hasil yang diharapkan, dapat diisi dengan *h* (tinggi muka air)

Selanjutnya perhitungan tinggi muka air banjir setelah *redesign* untuk saluran tersier dapat dilihat pada tabel 5.11 dan untuk saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 4.40 Tinggi Muka Air Setelah Redesign Saluran Tersier

| Saluran Tersier | Q Goal seek | h red | P | A | R | Δh |
|----------------------------|---------------------------|-------|------|--------------------|-------|------------|
| | (m ³ / det) | (m) | (m) | (m ²) | (m) | (m) |
| Sal Gunung anyar lor 1 | 0.41 | 0.51 | 2.55 | 0.852 | 0.334 | 0.19 |
| Sal Suryamas barat 1 | 0.34 | 0.49 | 2.28 | 0.638 | 0.280 | 0.21 |
| Sal Suryamas barat 2 | 0.45 | 0.50 | 2.33 | 0.733 | 0.315 | 0.20 |
| Sal Suryamas barat 3 | 0.26 | 0.45 | 2.30 | 0.627 | 0.273 | 0.25 |
| Sal Suryamas selatan 1 | 0.26 | 0.54 | 2.28 | 0.645 | 0.284 | 0.36 |
| Sal Griya pesona alam | 0.48 | 0.52 | 2.36 | 0.756 | 0.320 | 0.18 |
| Sal Alam emas gunung anyar | 0.26 | 0.77 | 2.64 | 0.846 | 0.321 | 0.13 |
| Sal New green hill | 0.39 | 0.54 | 2.28 | 0.647 | 0.284 | 0.36 |
| Sal Putra alam indah | 0.24 | 0.41 | 2.22 | 0.620 | 0.279 | 0.29 |
| Sal BP2IP | 1.58 | 1.19 | 4.66 | 3.086 | 0.662 | 0.11 |
| Sal Gunung anyar permai 1 | 0.56 | 0.52 | 2.37 | 0.762 | 0.322 | 0.18 |
| Sal Gunung anyar permai 2 | 0.45 | 0.47 | 2.25 | 0.671 | 0.299 | 0.23 |
| Sal Gunung Anyar tambak | 0.40 | 0.50 | 2.20 | 0.598 | 0.272 | 0.20 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.41 Tinggi Muka Air Setelah Redesign Saluran Sekunder

| Saluran Sekunder | Q Goal seek | h red | P | A | R | Δh |
|----------------------|-----------------------|-------|------|--------------------|-------|------------|
| | (m ³ /det) | (m) | (m) | (m ²) | (m) | (m) |
| Sal Sekunder 1 ke 2 | 0.77 | 0.52 | 3.56 | 1.375 | 0.387 | 0.48 |
| Sal Sekunder 2 ke 3 | 1.81 | 0.55 | 3.63 | 1.477 | 0.406 | 0.65 |
| Sal Sekunder 3 ke 4 | 2.02 | 0.67 | 3.90 | 1.830 | 0.470 | 0.53 |
| Sal Sekunder 4 ke 5 | 2.17 | 0.96 | 4.56 | 2.781 | 0.610 | 0.64 |
| Sal Sekunder 5 ke 6 | 2.49 | 0.99 | 4.61 | 2.861 | 0.621 | 0.61 |
| Sal Sekunder 6 ke 7 | 2.11 | 1.17 | 5.69 | 4.605 | 0.810 | 0.23 |
| Sal Sekunder 7 ke 8 | 2.35 | 1.18 | 5.70 | 4.638 | 0.813 | 0.22 |
| Sal Sekunder 8 ke 9 | 2.88 | 0.91 | 4.43 | 2.584 | 0.584 | 0.69 |
| Sal Sekunder 9 ke 10 | 2.98 | 0.71 | 3.71 | 1.558 | 0.426 | 0.71 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3. Perhitungan Panjang Pengaruh *Backwater*

Perhitungan *backwater* dimaksudkan untuk mengetahui jarak pengaruh intrusi maupun pasang air laut terhadap saluran primer Kali perbatasan. Hal ini perlu diperhatikan karena outlet saluran sekunder Gunung Anyar Asri berada di saluran primer Kali Perbatasan yang langsung bermuara ke Selat Madura.

Perhitungan *backwater* ini menggunakan metode tahapan langsung (*direct step method*), yaitu dengan memperhitungkan jarak pengaruh yang ditimbulkan akibat muka air tertinggi pada saluran primer. Untuk mengetahui muka air tertinggi dapat diketahui dengan *survey* di saluran primer Kali Perbatasan.

- Data Saluran Sekuder Gunung Anyar Asri :

Lebar saluran (b) = 3.50 m

Tinggi saluran (H) = 1.70 m

Tinggi muka air (h) = 0.943 m

Kemiringan talud (m) = 0.5

Kemiringan dasar saluran (S_0) Sekunder Gunung Anyar Asri 0.0301

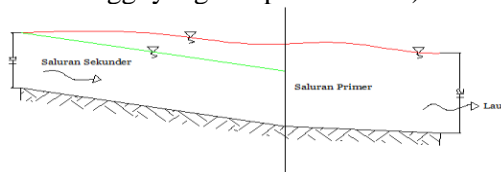
- Hasil survey penampang Saluran Primer Kali Perbatasan :

Lebar saluran (b) = 12.4 m

Tinggi saluran (H) = 5.1 m

Tinggi muka air normal (h) = 0.9 m

Tinggi muka air tertinggi (h_{bw}) = 1.5m (didapat dari pengukuran bekas tanda sisa air tertinggi yang ada pada saluran)



Gambar 4.4 Ilustrasi Muka Air Backwater

Sumber : Hasil Penggambaran

Berikut adalah urutan pengerjaanya :

- Tahap 1 :

h hulu = 1.5 m (didapat dari survey saluran)

$$\begin{aligned} A &= (b + m \cdot h) \cdot h \\ &= (3.5 + (0.5 \cdot 1.5)) \cdot 1.5 \\ &= 6.375 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \sqrt{1 + m^2} \\ &= 3.5 + 2(1.5) \sqrt{1 + 0.5^2} \\ &= 6.854 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{6.375}{6.854} \\ &= 0.93 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{4.5369}{6.375} \\ &= 0.712 \text{ m / det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{v^2}{2g} \\ &= \frac{0.712^2}{2(9.8)} \\ &= 0.0258 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= \alpha + h \\ &= 0.0258 + 1.5 \\ &= 1.526 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sf &= \frac{n^2 \cdot v^2}{R^{\frac{4}{3}}} \\
 &= \frac{0.022^2 \cdot 0.712^2}{0.93^{\frac{4}{3}}} \\
 &= 0.00027
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S0 - Sf \text{ rata''} &= 0.00301 - 0.000304 \\
 &= 0.002696
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\Delta E}{S0 - Sf \text{ rata''}} \\
 &= \frac{0.095}{0.002696} \\
 &= 35.41 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Selanjutnya perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.43

Tabel 4.42 Perhitungan *Backwater*

| h | A | P | R | V | $v^2/2g$ | E | ΔE | Sf | Sf rata2 | So - Sf rata" | X | ΔX |
|----------|----------------------|----------|----------|--------------|----------------------------|----------|------------------------------|-----------|-----------------|--------------------------|----------|------------------------------|
| m | m² | m | m | m/det | m | m | m | | | | m | m |
| 1.5 | 6.375 | 6.854 | 0.930 | 0.712 | 0.0258 | 1.526 | | 0.000270 | | | | |
| | | | | | | | 0.095 | | 0.000304 | 0.00269 | 35.41 | 35.41 |
| 1.4 | 5.880 | 6.630 | 0.887 | 0.772 | 0.0303 | 1.430 | | 0.000338 | | | | |
| | | | | | | | 0.094 | | 0.000384 | 0.00261 | 36.05 | 71.46 |
| 1.3 | 5.395 | 6.407 | 0.842 | 0.841 | 0.0360 | 1.336 | | 0.000430 | | | | |
| | | | | | | | 0.093 | | 0.000494 | 0.00250 | 37.00 | 108.46 |
| 1.2 | 4.920 | 6.183 | 0.796 | 0.922 | 0.0433 | 1.243 | | 0.000558 | | | | |
| | | | | | | | 0.090 | | 0.000649 | 0.00235 | 38.49 | 146.95 |
| 1.1 | 4.455 | 5.960 | 0.748 | 1.018 | 0.0529 | 1.153 | | 0.000740 | | | | |
| | | | | | | | 0.087 | | 0.000873 | 0.00212 | 41.05 | 187.99 |
| 1 | 4.000 | 5.736 | 0.697 | 1.134 | 0.0656 | 1.066 | | 0.001007 | | | | |
| | | | | | | | 0.048 | | 0.001112 | 0.00188 | 25.21 | 213.21 |
| 0.943 | 3.746 | 5.609 | 0.668 | 1.211 | 0.0748 | 1.018 | | 0.001216 | | | | |
| | | | | | | | 0.110 | | 0.001642 | 0.00135 | 81.15 | 294.36 |
| 0.8 | 3.120 | 5.289 | 0.590 | 1.454 | 0.1078 | 0.908 | | 0.002068 | | | | |

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

Pada tabel 4.43 dapat dilihat bahwa panjang pengaruh *backwater* terhadap saluran Sekunder Gunung Anyar Asri sebesar 294.36 m. Apabila tidak ditanggulangi maka hal ini akan menyebabkan luapan di saluran Sekunder Gunung Anyar Asri karena tidak mampu menerima debit limpasan dari saluran Primer Kali Perbatasan.

Dalam menanggulangi terjadinya pengaruh *backwater* pada saluran Sekunder Gunung Anyar Asri perlu adanya pintu air yang berfungsi untuk membendung debit limpasan dari saluran Primer Kali Perbatasan. Selain itu perlu adanya pompa yang berfungsi untuk mengalirkan air dari saluran Sekunder Gunung Anyar Asri ke saluran Primer Kali Perbatasan ketika pintu ditutup. Untuk hasil potongan memanjang akibat pengaruh *backwater* dapat dilihat di lampiran.

4.4. Evaluasi Kapasitas Pompa *Existing*

Pada kondisi *existing* dilokasi studi terdapat 2 unit pompa *submersible* dengan kapasitas masing – masing pompa 2 m³/det. Dengan ini akan dilakukan evaluasi kapasitas pompa *existing* dalam mengalirkan debit rencana. Untuk mengetahui hubungan waktu dengan debit puncak akan dilakukan dengan perhitungan hidrograf dengan metode *Nakayasu*.

Debit dari metode *Nakayasu* dapat digunakan sebagai debit *inflow* , sedangkan kapasitas pompa *existing* dapat digunakan sebagai debit *outflow*, maka diasumsikan pompa dapat membuang debit *inflow* sepenuhnya.

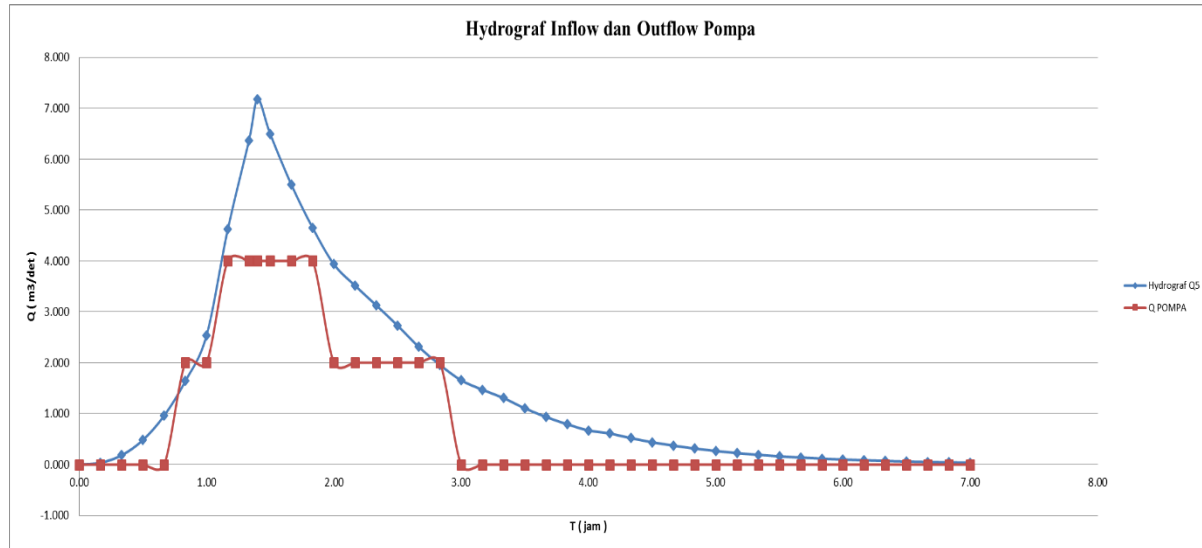
Evaluasi pompa ini akan membandingkan apabila volume *inflow* lebih besar dari volume *outflow* maka kapasitas pompa *existing* tidak mampu membuang debit yang telah direncanakan. Begitu juga sebaliknya apabila volume *outflow* lebih besar dari volume *inflow* maka kapasitas pompa *existing* mampu membuang debit yang telah direncanakan. Selanjutnya perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.44.

Tabel 4.43 Hubungan Antara *Inflow* dan *Outflow*

| Waktu | Q in | V in | h air | Q out | V out | h air | h akhir | h kom |
|-------|-------------------|----------------|-------|-------------------|-------------------|-------|---------|-------|
| jam | m ³ /s | m ³ | m | m ³ /s | m ³ /s | m | m | m |
| 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.17 | 0.034 | 20.66 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.33 | 0.182 | 109.05 | 0.02 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 |
| 0.50 | 0.481 | 288.56 | 0.05 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.07 |
| 0.67 | 0.959 | 575.55 | 0.10 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.17 |
| 0.83 | 1.639 | 983.27 | 0.16 | 2.000 | 1200.00 | 0.20 | -0.04 | 0.13 |
| 1.00 | 2.538 | 1523.02 | 0.25 | 2.000 | 1200.00 | 0.20 | 0.05 | 0.18 |
| 1.17 | 4.623 | 2773.96 | 0.46 | 4.000 | 2400.00 | 0.40 | 0.06 | 0.25 |
| 1.33 | 6.370 | 3821.91 | 0.64 | 4.000 | 2400.00 | 0.40 | 0.24 | 0.48 |
| 1.401 | 7.172 | 4303.23 | 0.72 | 4.000 | 2400.00 | 0.40 | 0.32 | 0.80 |
| 1.50 | 6.494 | 3896.46 | 0.65 | 4.000 | 2400.00 | 0.40 | 0.25 | 1.05 |
| 1.67 | 5.495 | 3297.28 | 0.55 | 4.000 | 2400.00 | 0.40 | 0.15 | 1.20 |
| 1.83 | 4.650 | 2790.23 | 0.47 | 4.000 | 2400.00 | 0.40 | 0.07 | 1.26 |
| 2.00 | 3.935 | 2361.16 | 0.39 | 2.000 | 1200.00 | 0.20 | 0.19 | 1.46 |
| 2.17 | 3.514 | 2108.61 | 0.35 | 2.000 | 1200.00 | 0.20 | 0.15 | 1.61 |
| 2.33 | 3.128 | 1876.70 | 0.31 | 2.000 | 1200.00 | 0.20 | 0.11 | 1.72 |
| 2.50 | 2.731 | 1638.82 | 0.27 | 2.000 | 1200.00 | 0.20 | 0.07 | 1.79 |
| 2.67 | 2.311 | 1386.80 | 0.23 | 2.000 | 1200.00 | 0.20 | 0.03 | 1.83 |
| 2.83 | 1.956 | 1173.55 | 0.20 | 2.000 | 1200.00 | 0.20 | 0.00 | 1.82 |
| 3.00 | 1.655 | 993.08 | 0.17 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 1.99 |
| 3.17 | 1.470 | 881.93 | 0.15 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 2.13 |
| 3.33 | 1.305 | 782.84 | 0.13 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 2.26 |
| 3.50 | 1.104 | 662.46 | 0.11 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 2.37 |
| 3.67 | 0.934 | 560.59 | 0.09 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 2.47 |

| Waktu | Q in | V in | h air | Q out | V out | h air | h akhir | h kom |
|-------|-------------------|----------------|-------|-------------------|-------------------|-------|---------|-------|
| jam | m ³ /s | m ³ | m | m ³ /s | m ³ /s | m | m | m |
| 3.83 | 0.791 | 474.38 | 0.08 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 2.55 |
| 4.00 | 0.669 | 401.43 | 0.07 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 2.61 |
| 4.17 | 0.610 | 366.06 | 0.06 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 2.68 |
| 4.33 | 0.516 | 309.77 | 0.05 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 2.73 |
| 4.50 | 0.437 | 262.13 | 0.04 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 2.77 |
| 4.67 | 0.370 | 221.82 | 0.04 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 2.81 |
| 4.83 | 0.313 | 187.71 | 0.03 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 2.84 |
| 5.00 | 0.265 | 158.85 | 0.03 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 2.87 |
| 5.17 | 0.224 | 134.42 | 0.02 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 2.89 |
| 5.33 | 0.190 | 113.75 | 0.02 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 2.91 |
| 5.50 | 0.160 | 96.26 | 0.02 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 2.92 |
| 5.67 | 0.136 | 81.45 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 2.94 |
| 5.83 | 0.115 | 68.93 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 2.95 |
| 6.00 | 0.097 | 58.33 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 2.96 |
| 6.17 | 0.082 | 49.36 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 2.97 |
| 6.33 | 0.070 | 41.77 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 2.97 |
| 6.50 | 0.059 | 35.35 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 2.98 |
| 6.67 | 0.050 | 29.91 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.98 |
| 6.83 | 0.042 | 25.31 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.99 |
| 7.00 | 0.036 | 21.42 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.99 |

Sumber : Hasil Perhitungan



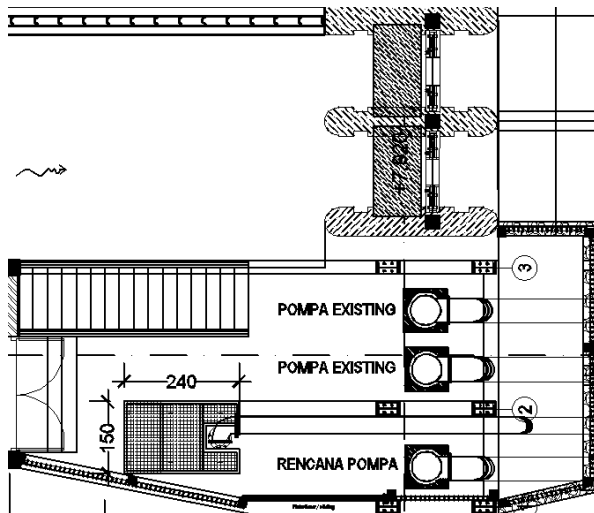
Gambar 4.5 Hubungan Inflow Hydrograf dengan Outflow Pompa
Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

Pada tabel 4.43 dapat dilihat bahwa pada h total sebesar 2.99m, dengan ini menunjukkan bahwa pada kondisi pompa *existing* yang dijalankan terjadi tinggi muka air > dari tinggi saluran Sekunder Gunung Anyar Asri ($2.99\text{m} > 1.70\text{m}$). Maka pompa existing perlu direncanakan ulang agar dapat membuang sesuai dengan tinggi jagaan rencana sebesar 30cm.

4.5. Penambahan Kapasitas Pompa

Berdasarkan evaluasi kapasitas pompa *existing* tidak mampu membuang debit rencana secara maksimal. Untuk itu perlu dilakukan penambahan kapasitas pompa. Solusi ini sangat mungkin dilakukan karena masih adanya sisa ruang yang ada apa rumah pompa Gunung Anyar.



Gambar 4.6 Denah Rencana Penempatan Pompa
 Sumber : Dinas Pematusan Kota Surabaya

4.5.1. Perhitungan Penambahan Kapasitas Pompa

Tabel 4.44 Hubungan Antara *Inflow* dan *Outflow* Rencana Pompa

| Waktu | Q | V | h | Q | V out | h | h | h |
|-------|--------|---------|------|-------|-------|------|-------|------|
| jam | inflow | inflow | air | Out | | air | akhir | kom |
| | m3/s | m3 | m | m3/s | m3/s | m | m | m |
| 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.17 | 0.034 | 20.66 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.33 | 0.182 | 109.05 | 0.02 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 |
| 0.50 | 0.481 | 288.56 | 0.05 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.07 |
| 0.67 | 0.959 | 575.55 | 0.10 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.17 |
| 0.83 | 1.639 | 983.27 | 0.16 | 2.000 | 1200 | 0.20 | -0.04 | 0.13 |
| 1.00 | 2.538 | 1523.02 | 0.25 | 2.000 | 1200 | 0.20 | 0.05 | 0.18 |
| 1.17 | 4.623 | 2773.96 | 0.46 | 4.000 | 2400 | 0.40 | 0.06 | 0.25 |
| 1.33 | 6.370 | 3821.91 | 0.64 | 6.000 | 3600 | 0.60 | 0.04 | 0.28 |
| 1.401 | 7.172 | 4303.23 | 0.72 | 6.000 | 3600 | 0.60 | 0.12 | 0.40 |
| 1.50 | 6.494 | 3896.46 | 0.65 | 6.000 | 3600 | 0.60 | 0.05 | 0.45 |
| 1.67 | 5.495 | 3297.28 | 0.55 | 6.000 | 3600 | 0.60 | -0.05 | 0.40 |
| 1.83 | 4.650 | 2790.23 | 0.47 | 6.000 | 3600 | 0.60 | -0.13 | 0.26 |
| 2.00 | 3.935 | 2361.16 | 0.39 | 4.000 | 2400 | 0.40 | -0.01 | 0.26 |
| 2.17 | 3.514 | 2108.61 | 0.35 | 4.000 | 2400 | 0.40 | -0.05 | 0.21 |
| 2.33 | 3.128 | 1876.70 | 0.31 | 4.000 | 2400 | 0.40 | -0.09 | 0.12 |
| 2.50 | 2.731 | 1638.82 | 0.27 | 2.000 | 1200 | 0.20 | 0.07 | 0.19 |
| 2.67 | 2.311 | 1386.80 | 0.23 | 2.000 | 1200 | 0.20 | 0.03 | 0.23 |
| 2.83 | 1.956 | 1173.55 | 0.20 | 2.000 | 1200 | 0.20 | 0.00 | 0.22 |
| 3.00 | 1.655 | 993.08 | 0.17 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 0.39 |
| 3.17 | 1.470 | 881.93 | 0.15 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.53 |
| 3.33 | 1.305 | 782.84 | 0.13 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.66 |
| 3.50 | 1.104 | 662.46 | 0.11 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.77 |
| 3.67 | 0.934 | 560.59 | 0.09 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.87 |

| Waktu | Q inflow | V inflow | h air | Q pom pa | V ouflow | h air | h akhir | h kom |
|-------|-------------|-------------|----------|----------------|-------------|----------|------------|----------|
| jam | m3/s | m3 | m | m3/s | m3/s | m | m | m |
| 3.83 | 0.791 | 474.38 | 0.08 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.95 |
| 4.00 | 0.669 | 401.43 | 0.07 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 1.01 |
| 4.17 | 0.610 | 366.06 | 0.06 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 1.08 |
| 4.33 | 0.516 | 309.77 | 0.05 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 1.13 |
| 4.50 | 0.437 | 262.13 | 0.04 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 1.17 |
| 4.67 | 0.370 | 221.82 | 0.04 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 1.21 |
| 4.83 | 0.313 | 187.71 | 0.03 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 1.24 |
| 5.00 | 0.265 | 158.85 | 0.03 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 1.27 |
| 5.17 | 0.224 | 134.42 | 0.02 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 1.29 |
| 5.33 | 0.190 | 113.75 | 0.02 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 1.31 |
| 5.50 | 0.160 | 96.26 | 0.02 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 1.32 |
| 5.67 | 0.136 | 81.45 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 1.34 |
| 5.83 | 0.115 | 68.93 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 1.35 |
| 6.00 | 0.097 | 58.33 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 1.36 |
| 6.17 | 0.082 | 49.36 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 1.37 |
| 6.33 | 0.070 | 41.77 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 1.37 |
| 6.50 | 0.059 | 35.35 | 0.01 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 1.38 |
| 6.67 | 0.050 | 29.91 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.38 |
| 6.83 | 0.042 | 25.31 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.39 |
| 7.00 | 0.036 | 21.42 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.39 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

Pada tabel 4.44 dapat dilihat bahwa dengan penambahan 1 unit pompa *submersible* kapasitas 2 m³/det terjadi penurunan muka air pada saluran Sekunder Gunung Anyar Asri. Tinggi muka air setelah adanya penambahan pompa menjadi 6 m³/det adalah sebesar (1.39m) < tinggi saluran Sekunder Gunung Anyar Asri (1.70m).

4.5.2. Lama Waktu Pemompaan

Dari tabel 4.44 dapat dilihat bahwa pompa dijalankan pada jam ke 0.83 dan berakhir pada jam ke 2.83. Jadi lama waktu yang diperlukan pompa untuk membuang debit *inflow* yaitu : 2.83 jam – 0.83 jam = 2 jam atau 120 menit

4.5.3. Perhitungan Biaya Penamabahn Unit Pompa

Dalam perencanaan telah ditentukan akan adanya penambahan 1 unit pompa *submersible* dengan kapasitas 2 m³/det. Berikut adalah rekapitulasi perhitungan biaya yang dikeluarkan untuk penamabahan 1 unit pompa *submersible*. Untuk perhitungan detail rencana anggaran biaya dan analisa harga satuan pekerjaan dapat dilihat pada lampiran.

REKAPITULASI
RENCANA ANGGARAN BIAYA
PEKERJAAN PENAMBAHAN UNIT POMPA *SUBMERSIBLE*

| | | | |
|--------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------|
| A | PEKERJAAN PEMBERSIHAN | Rp. | 500,000.00 |
| B | PEKERJAAN BONGKARAN | Rp. | 959,987.50 |
| C | PEKERJAAN TANAH, DAN PONDASI | Rp. | 1,600,538.92 |
| D | PEKERJAAN BETON , DAN PASANGAN | Rp. | 6,524,040.23 |
| E | PEKERJAAN PENGECATAN | Rp. | 998,148.00 |
| F | PEKERJAAN PENAMBAHAN POMPA BANJIR | Rp. | 1,436,231,690.00 |
| G | PEKERJAAN ELEKTRIKAL | Rp. | <u>5,665,872.00</u> |
| GRAND TOTAL | | Rp. | 1,452,480,276.65 |
| PEMBULATAN | | Rp | 1,452,480,000.00 |

Sumber : Hasil Perhitungan

4.5.4. Biaya Operasional Pompa

Apabila terjadi hujan tinggi atau muka air laut pasang tinggi yang dapat mengakibatkan banjir, maka yang seharusnya dilakukan oleh petugas penjaga rumah pompa adalah :

- Menghidupkan pompa *submersible* sehingga air yang berasal dari saluran Sekunder Gunung Anyar Asri dapat dibuang ke saluran Primer Kali Perbatasan.
- Menghidupkan Pompa lumpur sehingga tidak terjadi endapan yang ada di dasar saluran.

4.5.4.1. Perhitungan Biaya Operasional Pompa

➤ Kebutuhan bahan bakar solar :

Kebutuhan solar untuk 1 pompa = 18 liter / jam

(sumber : <http://www.lukesindonesia.com/katalog-grundfos-pum>)

1 hari bekerja 2 jam = 2 jam * 10 liter / jam
= 20 liter * 3 (jumlah pompa)
= 60 liter

Untuk 30 hari, kebutuhan solar = 60 liter * 30 hari
= 1800 liter / bulan

Harga solar per liter = Rp. 5.650,00

Kebutuhan biaya solar = Rp. 5.650,00 * 1850 liter
= **Rp. 10.170.000,00**

➤ Kebutuhan pelumas (oli) :

Kebutuhan pelumas untuk 3 pompa = 45 liter / bulan * 3 unit
= 135 liter / bulan

Harga pelumas perliter = Rp. 31.000,00

Kebutuhan biaya pelumas = Rp. 31.000,00 * 135 liter
= **Rp. 4.185.000,00**

➤ Dana lain – lain :

Kebutuhan biaya lain - lain = **Rp. 500.000,00**

➤ Total biaya operasional perbulan untuk 3 pompa :

$$\begin{aligned}\text{Total biaya} &= \text{Rp. } 10.170.000,00 + \text{Rp. } 4.185.000,00 + \\ &\quad \text{Rp. } 500.000,00 \\ &= \underline{\underline{\text{Rp. } 14.855.000,00}}\end{aligned}$$

4.5.5. Perawatan Rumah Pompa

Dalam pengoperasiannya, pompa memerlukan perawatan yang dilakukan secara berkala. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perawatan pompa yaitu :

4.5.5.1. Operasi Panel Pompa *Submersible*

1. Memeriksa tegangan listrik
2. Menghidupkan pompa *submersible* yang akan dioperasikan
3. Melakukan pengamatan terhadap pengukuran arus listrik dan tegangan
4. Melakukan pencatatan data operasi setiap jam selama pengoperasian.

4.5.5.2. Perawatan Harian

1. Membersihkan bagian panel luar dari debu dan keadaan harus bersih/bebas dari debu, karat dan kotoran lain
2. Mengamati apakah semua unsur panel dapat berfungsi dengan baik
 - Nyala lampu-lampu sinyal
 - Pengukur *voltage*
 - Pengukur *ampere*
 - Pengukur frekuensi harus menunjukkan 50 Hz pada waktu operasi
3. Mengamati getaran yang tidak “biasa” dengan cara pendengaran

4. Khusus magnetik kontaktor dan magnetik relay yang sambungannya tidak baik atau sudah aus harus diganti.

4.5.5.3. Perawatan Bulanan

1. Membersihkan seluruh panel
 - Memutuskan hubungan penyalur tenaga
 - Membuka pintu panel (pintu panel harus selalu dikunci dan hanya dibuka pada waktu pemeliharaan)
 - Membersihkan bagian dalam panel dari debu, sarang laba-laba dan kelembaban
2. Memeriksa keadaan kabel
 - Memeriksa hubungan-hubungan kabel dengan terminal dan mengencangkan mur/baut pada setiap terminal kabel di dalam panel
 - Memeriksa kabel-kabel
 - Memeriksa bagian dalam panel
3. Memeriksa terminal kabel power berikut kabel arde
 - Menutup kembali panel
 - Menyambungkan kembali hubungan penyalur tenaga
 - Mengecek daya yang ada pada panel

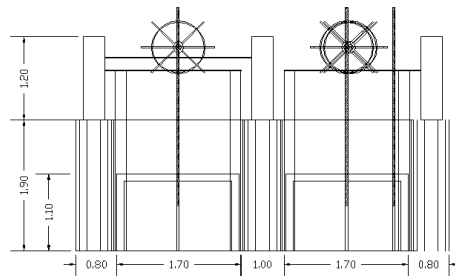
4.5.5.4. Perawatan Tahunan

1. Memeriksa hasil perawatan pelaksana panel listrik
 - Kebersihan panel luar dan dalam
 - Keberfungsian unsur-unsur panel
 - Keadaan kabel-kabel
 - Pencatatan perawatan
 - Melaporkan hasil perawatan
2. Memeriksa seluruh unsur/perlengkapan panel
3. Memeriksa keadaan panel dan rumah pompa
 - Kerusakan pintu dan kunci pintu
 - Keadaan cat luar dan dalam rumah pompa

- Keadaan cat pada pompa
- Mengganti kerusakan pada seluruh komponen pompa

4.6. Perencanaan Pintu Air

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan ulang pada pintu air yang berada pada rumah pompa. Hal ini dikarenakan adanya perubahan tinggi muka air pada outlet saluran Sekunder Gunung Anyar Asri. Pintu air direncanakan terbuat dari baja profil yang merupakan kerangka vertikal atau horisontal sebagai penguat terhadap pelat baja. Pengoperasian pintu ini dilakukan secara manual dengan menggunakan tenaga operator yang berpengalaman.



Gambar 4.6 Detail Pintu Air

Sumber : Hasil Perhitungan

- Data Perencanaan *Existing* (2 unit) :

b pintu = 1.70 m

h pintu = 0.90 m

h air = 0.70 m

- Data Perencanaan Ulang (2 unit) :

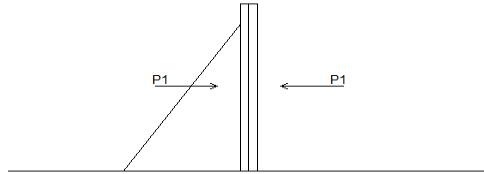
b pintu = 1.70 m

h pintu = 1.10 m

h air = 0.94 m

$\alpha w = 1 \text{ t/m}^3$

4.6.1. Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Air



Gambar 4.7 Gaya Tekan Air Pada Pintu
Sumber : Hasil Perhitungan

- $P1 = \gamma_w \cdot h \text{ air}$
 $= 1 \text{ t/m}^3 \cdot 0.94$
 $= 0.94 \text{ t/m}^2$
- $P2 = 0$
- Beban yang bekerja : $Ha = 1/2 \cdot (P1 + P2) \cdot hpintu \cdot bpintu$
 $Ha = 1/2 \cdot (0.94 + 0) \cdot 1.10\text{m} \cdot 1.70\text{m}$
 $Ha = 0.879 \text{ ton} \approx 0.9 \text{ ton}$
 $Ha = 900\text{kg}$
- Perhitungan Beban Merata : $q = \frac{Ha}{Bpintu}$
 $= \frac{900 \text{ kg}}{1.70 \text{ m}}$
 $= 529.412 \text{ kg/m}$
- Perhitungan $M_{max} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot bp^2$
 $= \frac{1}{8} \cdot 529.42 \cdot 1.70^2$
 $= 191.250 \text{ kgm}$

4.6.2. Tebal Pelat Yang Diperlukan

Perhitungan untuk tebal pelat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{1}{2} k \left[\frac{a^2}{a^2 + b^2} \right] \left[\frac{b}{t} \right] q$$

Sumber : Linsley, RK dan Franzini

Keterangan :

α = Tegangan yang diijinkan = 1400 kg/cm²

k = Koefisien (diambil 0.8)

a = Lebar pelat

b = Panjang pelat

t = Tebal pelat

q = beban merata

$$\text{maka ; } 1400 \text{ kg/cm}^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.8 \left[\frac{1.70^2}{1.70^2 + 1.10^2} \right] \left[\frac{1.10}{t} \right] 529342 \text{ kg/m}$$

$$1400 \text{ kg/cm}^2 = 149.268 \left[\frac{1.10}{t} \right] 529.342 \text{ kg/m}$$

$$1400 \text{ kg/cm}^2 = 79024.39 \left[\frac{1.10}{t} \right]$$

$$t = 11.33 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}$$

Jadi : dipakai tebal pelat 13mm

4.6.3. Kontrol Tebal Pelat Terhadap Lendutan

$$\text{Lendutan ijin : } f = \frac{bpintu}{360}$$

$$f = \frac{1700}{360}$$

$$f = 5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Lendutan yang terjadi : } & \frac{5 * q * bpintu^4}{384 * E * I} \\ & : \frac{5 * 529.412 * 1.70^4}{384 * (2 \times 10^5) * (1/12 * 1100 * 13^3)} \\ & ; 14.294 \text{ mm} \end{aligned}$$

❖ Syarat : Lendutan yang terjadi < lendutan ijin
14.294 mm > 5 mm (tidak memenuhi)

Dari kontrol lendutan telah didapatkan hasil bahwa tebal pelat 13mm tidak mampu menahan lendutan, oleh karena itu perlu adanya *bracing* (pengaku) pada pelat agar tidak terjadi lendutan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat di ambil dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan curah hujan rencana diperoleh periode ulang 2 tahun sebesar 94.728 mm dan periode ulang 5 tahun sebesar 129.829 mm
2. Pada perhitungan analisa hidrologi dan hidrolika, kapasitas eksisting yang mampu ditampung saluran Sekunder Amir Mahmud bagian hulu adalah $1.69 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan debit rencana $1.806 \text{ m}^3/\text{det}$. Dapat disimpulkan bahwa kapasitas eksisting tidak mampu menampung debit rencana.
3. Alternatif yang digunakan untuk mengatasi genangan pada saluran Sekunder Amir Mahmud adalah *redesign* penampang saluran dengan merubah lebar dan tinggi saluran. Dengan melakukan *redesign* pada saluran Sekunder Amir Mahmud diperoleh dimensi rencana, $b = 1.50 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$
4. Terdapat pengaruh *backwater* pada saluran Sekunder Gunung Anyar Asri. *Backwater* terjadi karena adanya pengaruh pasang pada saluran Primer Kali Perbatasan. Pada perhitungan didapat panjang pengaruh *backwater* 294.36 m.
5. Pada evaluasi pompa didapatkan hasil bahwa kapasitas pompa existing tidak mampu membuang debit rencana secara keseluruhan. Terjadi selisih tinggi muka air ketika pompa existing dijalankan dengan tinggi muka airnya 2.99m, melebihi tinggi saluran Sekunder Gunung Anyar Asri sebesar 1.70m. Sehingga perlu dilakukan penambahan 2 unit pompa *submersible* dengan kapasitas pompa $2\text{m}^3/\text{det}$ pada rumah pompa Gunung Anyar.

5.2. Saran

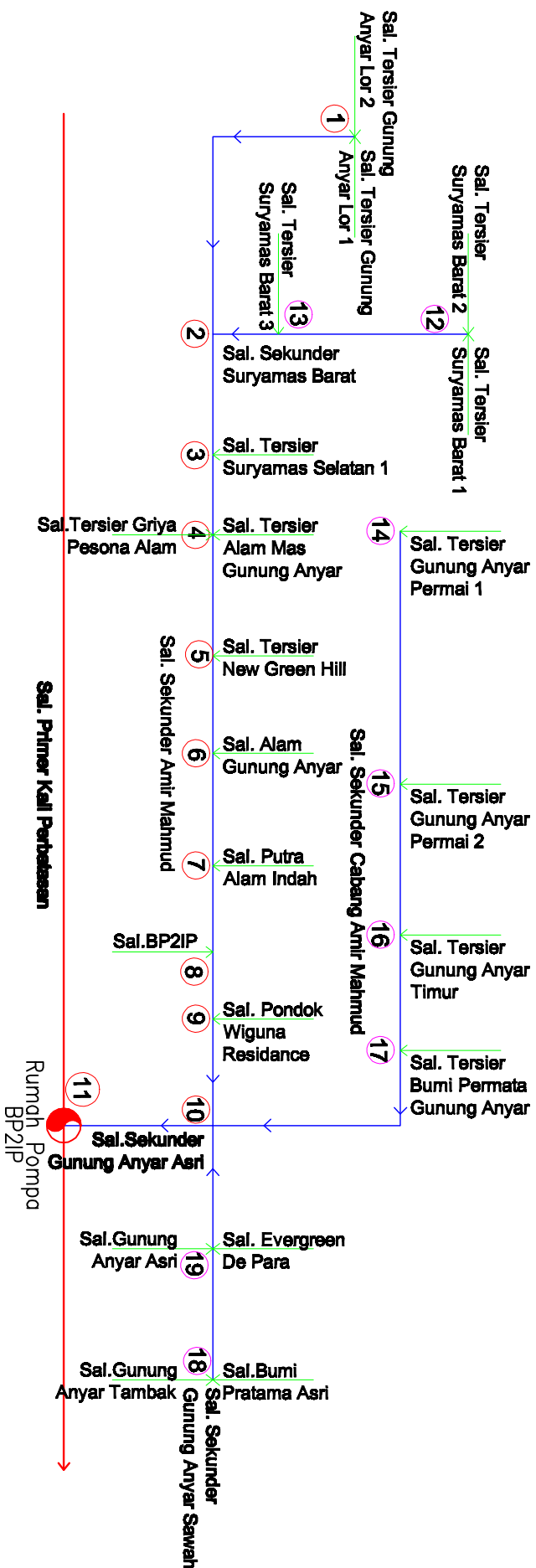
Dari pengerjaan tugas akhir ini kami dapat memberikan saran tentang penanggulangan banjir adalah sebagai berikut :


1. Untuk pembangunan ulang saluran dan penambahan kapasitas pompa agar segera dilakukan mengingat banjir yang terjadi dapat mengganggu lingkungan dan aktifitas masyarakat.
2. Penanggulangan banjir di atas adalah bersifat teknis, kemudian tidak kalah pentingnya adalah penanggulangan banjir yang bersifat non teknis, antara lain tentang penyuluhan akan larangan pembuangan sampah ke saluran yang mengakibatkan penyumbatan aliran dan sedimentasi.
3. Hal terakhir yang perlu diperhatikan adalah pemeliharaan terhadap sarana dan prasarana yang berkaitan dengan *drainase* berupa saluran dan rumah pompa agar dapat berfungsi sampai batas umur yang telah direncanakan.

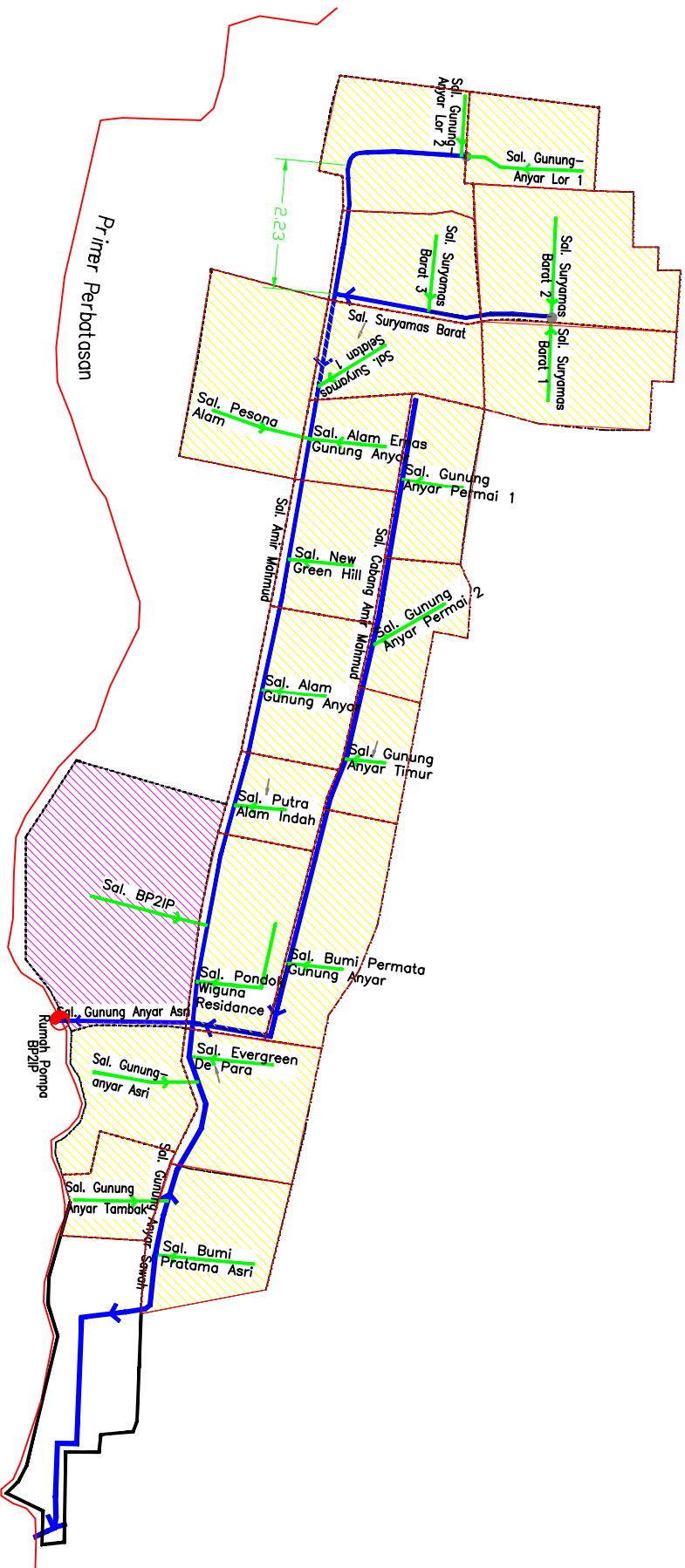
DAFTAR PUSTAKA


- Anwar, Nadjaji, 2010. **Pengelolaan Sumber Daya Air**, ITS press : Surabaya
- Chow, VT, 1989. Hidrolika Saluran Terbuka, Erlangga: Jakarta
- Fairus, 2016. **Drainase Buruk Kawasan *Elite* di Surabaya Ikut Banjir**, *Okezone.com* : Surabaya
- Kodoatie, R.J. dan Sugiyanto, 2000. **Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Prespektif Lingkungan**, Andi : Yogyakarta.
- Loebis, Jarson, 1987. **Banjir Rencana Untuk Bangunan Air**, Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum : Jakarta
- Saud, Ismail, 2007. Jurnal, **Kajian Penanggulangan Banjir di Wilayah Pematusan Surabaya Barat**, Volume 3, Surabaya.
- Soewarno, 1991. **Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 1**. Nova : Bandung
- Sofia, Fifi, Sofyan Rasyid. 2002. **Modul Ajar Drainase**. Surabaya: ITS press : Surabaya
- Subarkah, Iman.1980. **Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air**, Nova : Bandung.
- Suripin, 2004. **Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan**. Andi Offset : Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang, 2010. **Hidrologi Terapan**. Gajah Mada University Press : Yogyakarta.

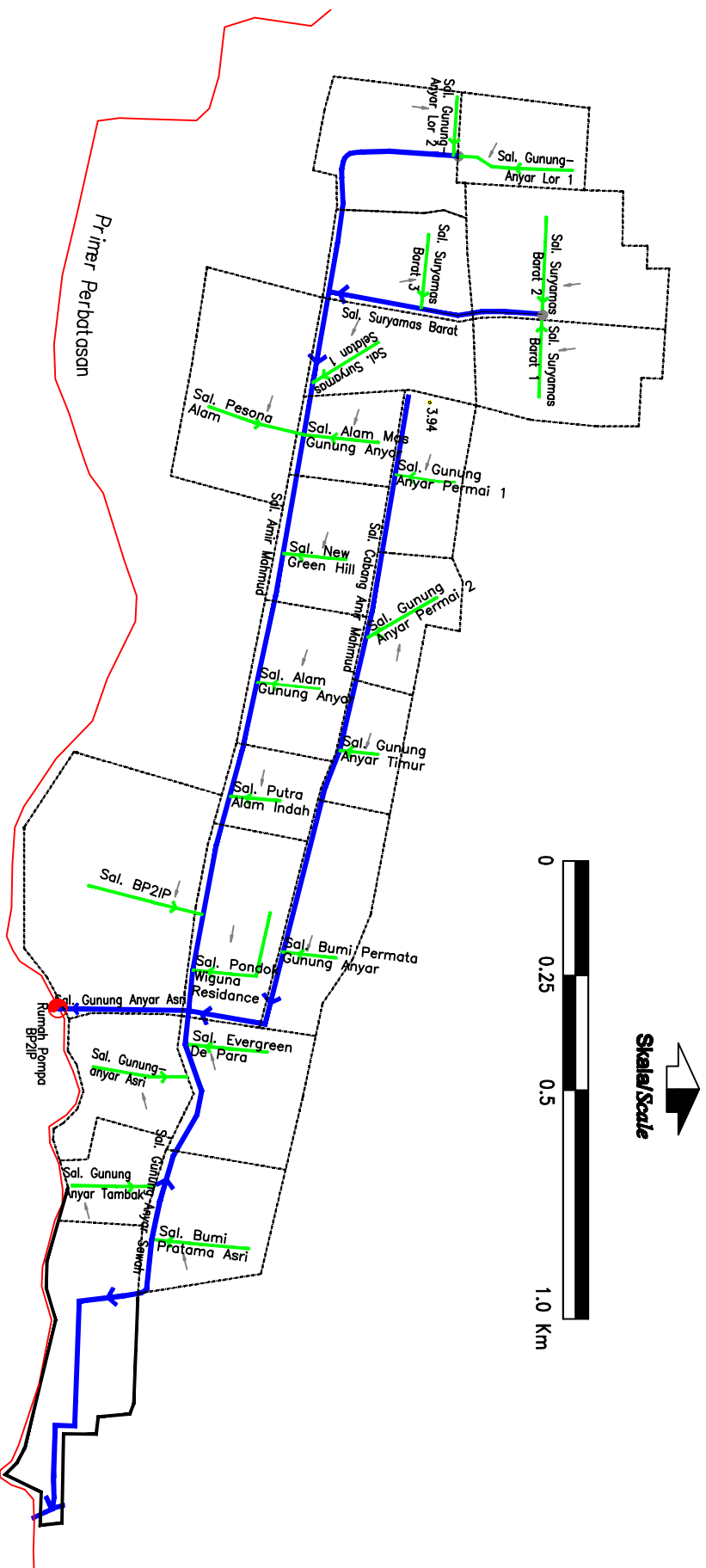
“Halaman ini sengaja dikosongkan”



| | | | | | | | |
|--|-----------|--------------|--------------|---------------------------------------|--|------------|---------------|
|  <p>ITS Institut Sepuluh Nopember</p> | CATATAN : | NAMA GAMBAR | SKALA GAMBAR | NAMA & NRP MAHASISWA | NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING | NO. GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
| | | SKEMA SURVEY | | Falsal Tharig Alqurni 3114.106.045 | Dr. Techn. Umboro Lasrinto, ST, MSc. 197212021998021001 | 01 | |



| | | | | | | | |
|---|-----------|-------------------------|--------------|---------------------------------------|--|------------|---------------|
|  ITS < Institut Teknologi Sepuluh Nopember | CATATAN : | NAMA GAMBAR | SKALA GAMBAR | NAMA & NRP MAHASISWA | NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING | NO. GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
| | | PETA TATA GUNA LAHAN | | Faisel Thariq Alqurni 3114.106.045 | Dr. Techn. Umboro Lasrinto, ST, MSc. 197212021998021001 | 02 | |



Skala/Scale

0 0.25 0.5 1.0 Km

Primer Perbatasan

CATATAN :

NAMA GAMBAR

SKALA GAMBAR

NAMA & NRP MAHASISWA

NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING

NO. GAMBAR

JUMLAH GAMBAR



Catchment Area
Gunung Anyar

Faisel Thariq Alqurni
3114.106.045

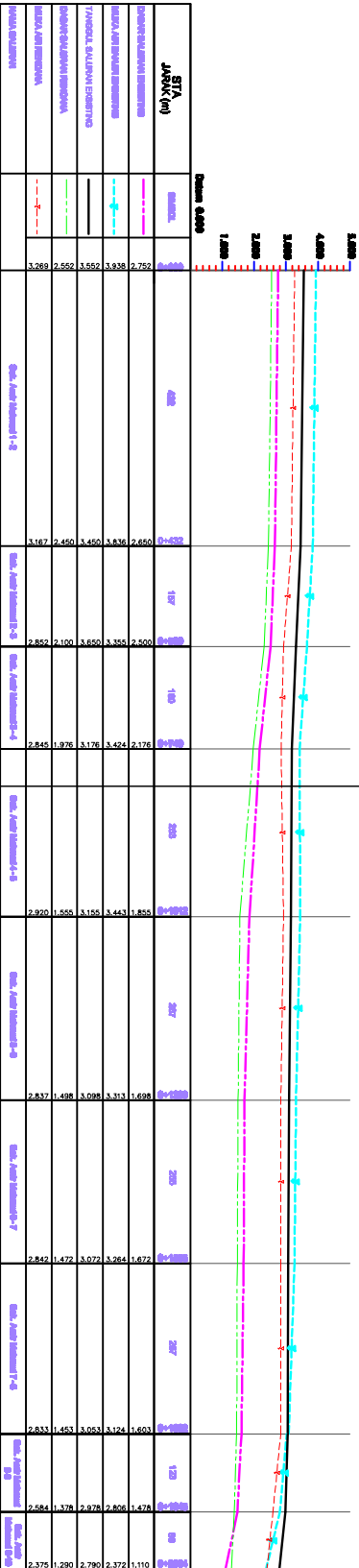
Dr. Techn. Umboro Lasrinto, ST, MSc.
197212021998021001

04



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LONG SECTION
SKALA V = 1 : 100
H = 1 : 5000



CATATAN :

NAMA GAMBAR

SKALA GAMBAR

NAMA & NRP MAHASISWA

NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING

JUDUL, TUGAS AKHIR

NO. GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

LONG SECTION
SALURAN SEKUNDER
AIR MAHUL

SKALA VERTIKAL 1 : 100
SKALA HORIZONTAL 1 : 5000

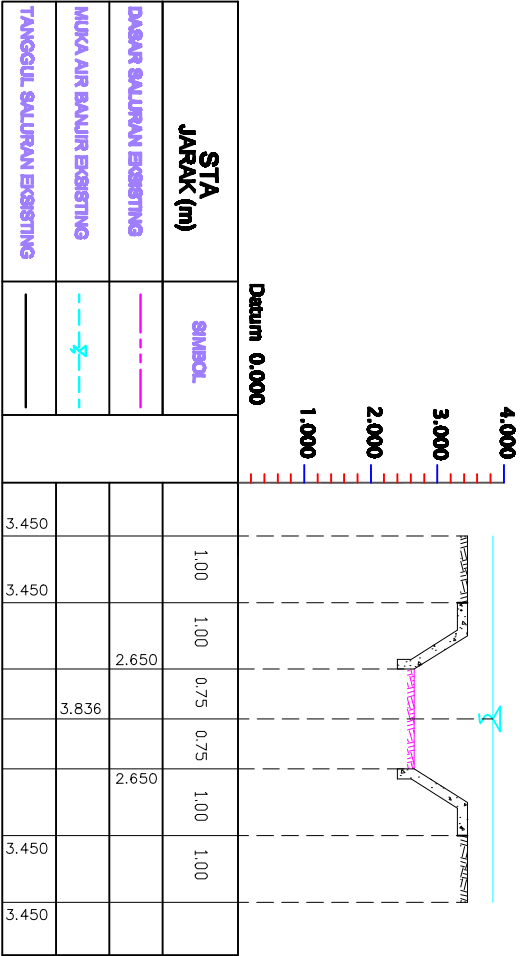
Fahri Thirid Ayuni
3114.108.045

Dr. Tedi, Umbara Laminia, ST, MSc.
18721202100021001

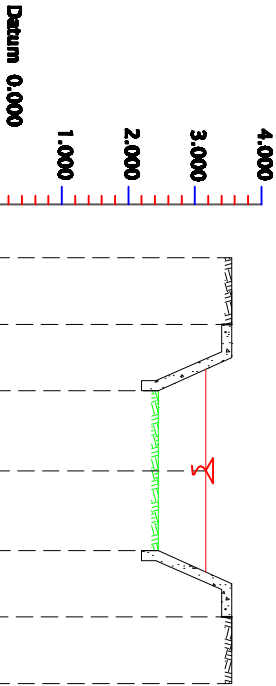
EVALUASI SALURAN DAN ANALISA POMPA
PAUD SALURAN GUNUNG ANYAR
KOTA SURABAYA

06

Jumlah Gambar



CROSS SECTION 02 (existing)
SKALA V = 1 : 100
H = 1 : 100



CROSS SECTION 02 (rencana)
SKALA V = 1 : 100
H = 1 : 100

| STA JARAK (m) | SIMBOL | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| DASAR SALURAN RENCANA | | | | 2.450 | | | |
| MUKA AIR BAWLIR RENCANA | | | | 3.167 | | | |
| TANGGUL SALURAN EKSTING | | 3.450 | 3.450 | | | 3.450 | 3.450 |

CATATAN :

NAMA GAMBAR

SKALA GAMBAR

NAMA & NRP MAHASISWA

NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING

NO. GAMBAR

JUMLAH GAMBAR



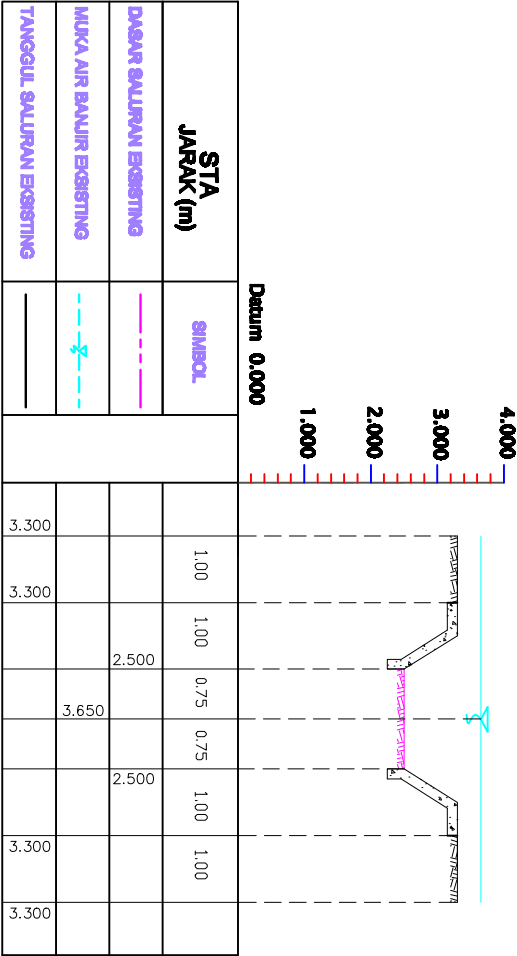
CROSS SECTION
SALURAN SEKUNDER
AMIR MAHMUD

SKALA V 1 : 100
SKALA H 1 : 100

Faisel Thaig Alqurni
3114.106.045

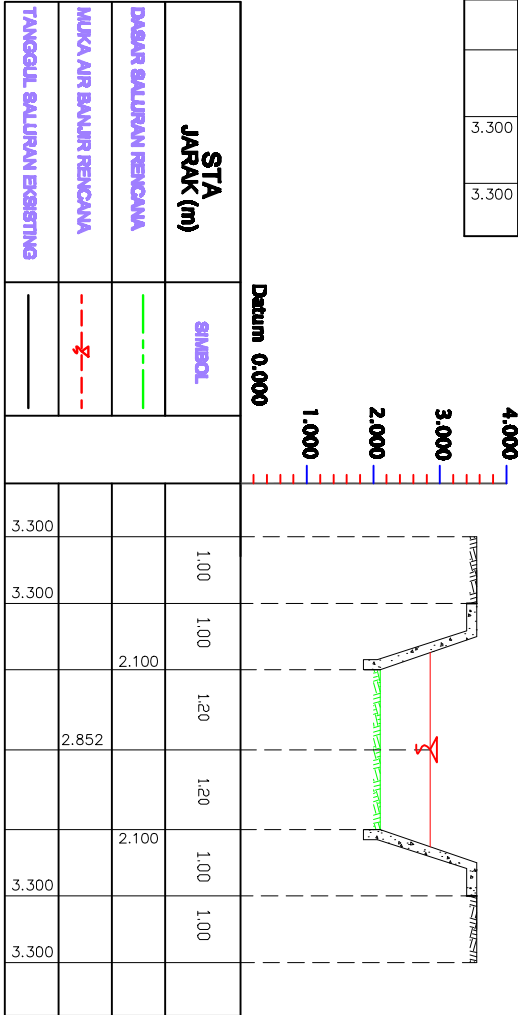
Dr. Techn. Umboro Lasmito, ST, MSc.
197212021998021001


08

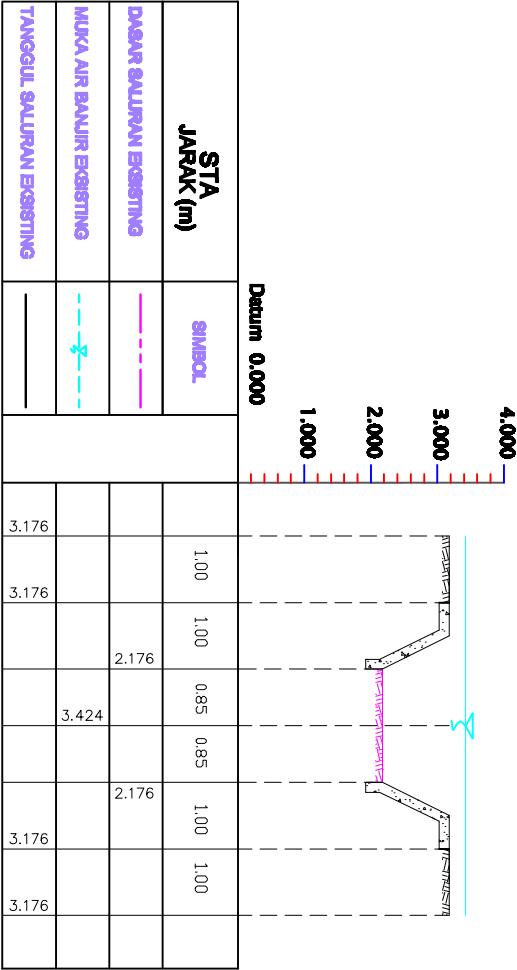


CROSS SECTION 03 (existing)
 SKALA V = 1 : 100
 H = 1 : 100

CROSS SECTION 03 (rencana)
 SKALA V = 1 : 100
 H = 1 : 100

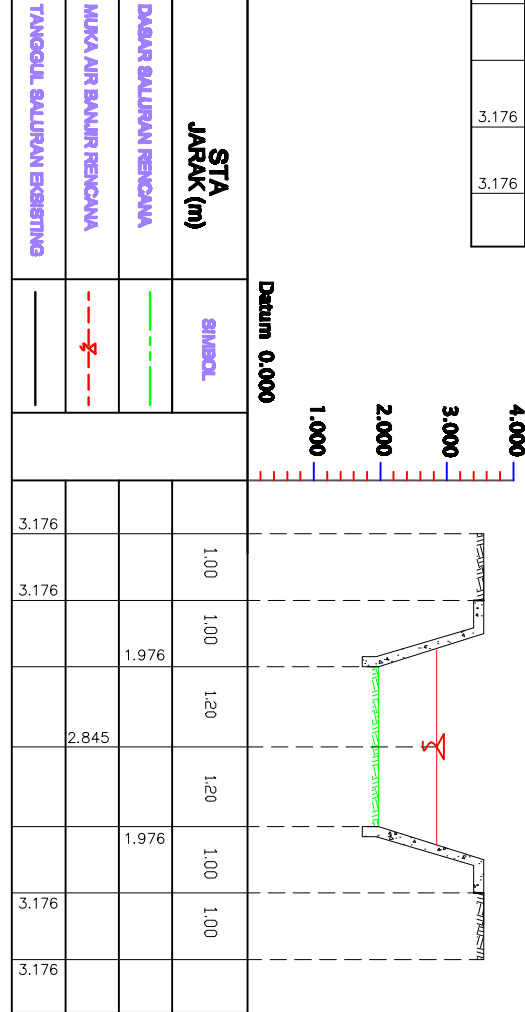



| | | | | | | | |
|---|-----------|--|------------------------------------|--------------------------------------|---|------------|---------------|
|  | CATATAN : | NAMA GAMBAR | SKALA GAMBAR | NAMA & NRP MAHASISWA | NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING | NO. GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
| | | CROSS SECTION SALURAN SEKUNDER AMIR MAHMUD | SKALA V 1 : 100 SKALA H 1 : 100 | Faisel Thaig Alqurni 3114.106.045 | Dr. Techn. Umboro Lasmito, ST, MSc. 197212021998021001 | 09 | |

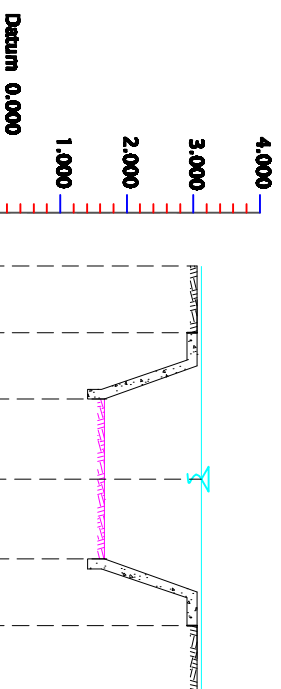


CROSS SECTION 04 (existing)
 SKALA V = 1 : 100
 H = 1 : 100

CROSS SECTION 04 (rencana)
 SKALA V = 1 : 100
 H = 1 : 100



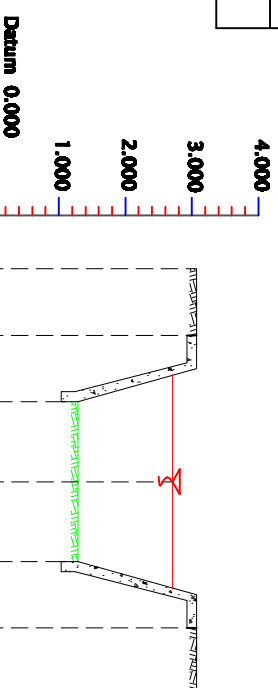
| | | | | | | | |
|---|-----------|--|------------------------------------|--------------------------------------|--|------------|---------------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | CATATAN : | NAMA GAMBAR | SKALA GAMBAR | NAMA & NRP MAHASISWA | NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING | NO. GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
| | | CROSS SECTION SALURAN SEKUNDER AMIR MAHMUD | SKALA V 1 : 100 SKALA H 1 : 100 | Faisel Thaig Alqurni 3114.106.045 | Dr. Techn. Umboro Lasmitno, ST, MSc. 197212021998021001 | 10 | |



| STA JARAK (m) | SIMBOL | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| DASAR SALURAN EKSTING | --- | | | 1.603 | | | |
| MUKA AIR BAWLIR EKSTING | - - - | | | | | 1.603 | |
| TANGGUL SALURAN EKSTING | --- | 3.053 | 3.053 | | | 3.053 | 3.053 |

CROSS SECTION 08 (existing)

SKALA V = 1 : 100
H = 1 : 100



| STA JARAK (m) | SIMBOL | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| DASAR SALURAN RENCANA | --- | | | 1.453 | | | |
| MUKA AIR BAWLIR RENCANA | - - - | | | | | 1.453 | |
| TANGGUL SALURAN EKSTING | --- | 3.053 | 3.053 | | | 3.053 | 3.053 |

CROSS SECTION 08 (rencana)

SKALA V = 1 : 100
H = 1 : 100

CATATAN :

NAMA GAMBAR

SKALA GAMBAR

NAMA & NRP MAHASISWA

NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING

NO. GAMBAR

JUMLAH GAMBAR



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

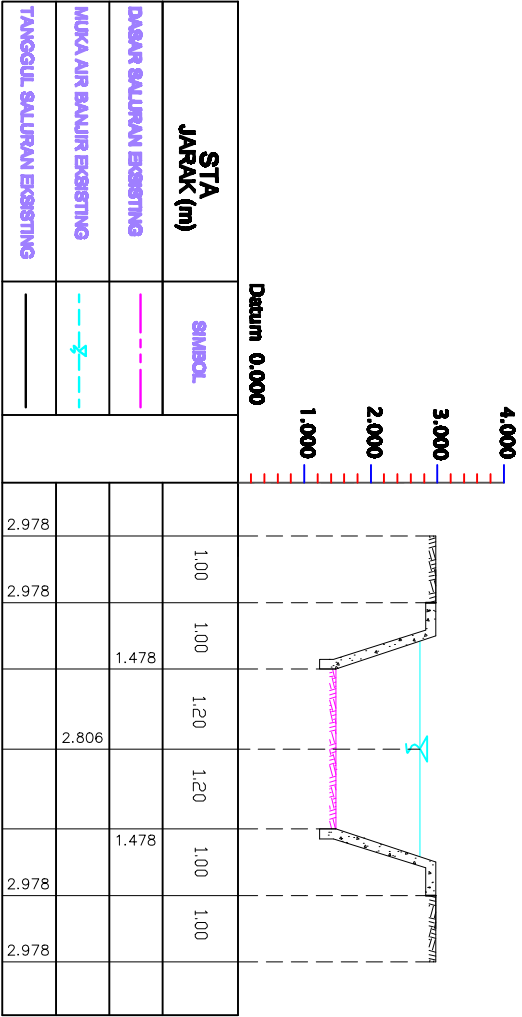
CROSS SECTION
SALURAN SEKUNDER
AMIR MAHMUD

SKALA V 1 : 100
SKALA H 1 : 100

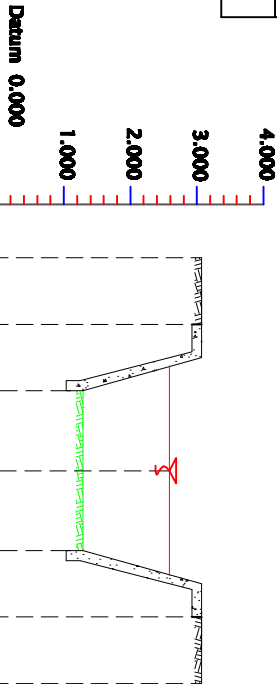
Faisel Thaig Alqurni
3114.106.045

Dr. Techn. Umboro Lasmito, ST, MSc.
197212021998021001

14




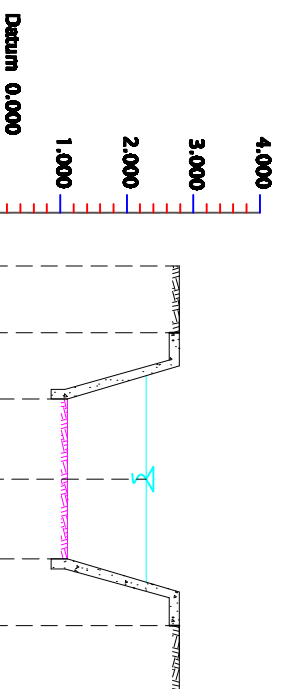
CROSS SECTION 09 (existing)
SKALA V = 1 : 100
H = 1 : 100



CROSS SECTION 09 (rencana)
SKALA V = 1 : 100
H = 1 : 100

| STA JARAK (m) | SIMBOL | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 |
|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DATUM 0.000 | | 2.978 | 2.978 | 2.584 | 2.584 | 2.978 | 2.978 |

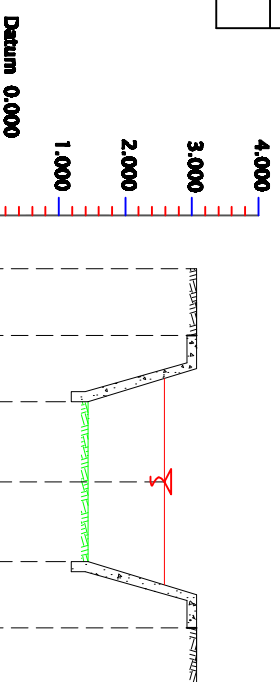
| | | | | | | | |
|---|-----------|--|------------------------------------|--------------------------------------|--|------------|---------------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | CATATAN : | NAMA GAMBAR | SKALA GAMBAR | NAMA & NRP MAHASISWA | NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING | NO. GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
| | | CROSS SECTION SALURAN SEKUNDER AMIR MAHMUD | SKALA V 1 : 100 SKALA H 1 : 100 | Faisel Thaig Alqurni 3114.106.045 | Dr. Techn. Umboro Lasmitno, ST, MSc. 197212021998021001 | 15 | |



| STA JARAK (m) | SIMBOL | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| DASAR SALURAN EKSTING | | | | 1.110 | | | |
| MUKA AIR BAWLIR EKSTING | | | | 2.372 | | | |
| TANGGUL SALURAN EKSTING | | 2.790 | 2.790 | | | 2.790 | 2.790 |

CROSS SECTION 10 (existing)

SKALA V = 1 : 100
H = 1 : 100



| STA JARAK (m) | SIMBOL | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| DASAR SALURAN RENCANA | | | | 1.290 | | | |
| MUKA AIR BAWLIR RENCANA | | | | 2.375 | | | |
| TANGGUL SALURAN EKSTING | | 2.790 | 2.790 | | | 2.790 | 2.790 |

CROSS SECTION 10 (rencana)

SKALA V = 1 : 100
H = 1 : 100



CATATAN :

NAMA GAMBAR

SKALA GAMBAR

NAMA & NRP MAHASISWA

NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING

NO. GAMBAR

JUMLAH GAMBAR



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

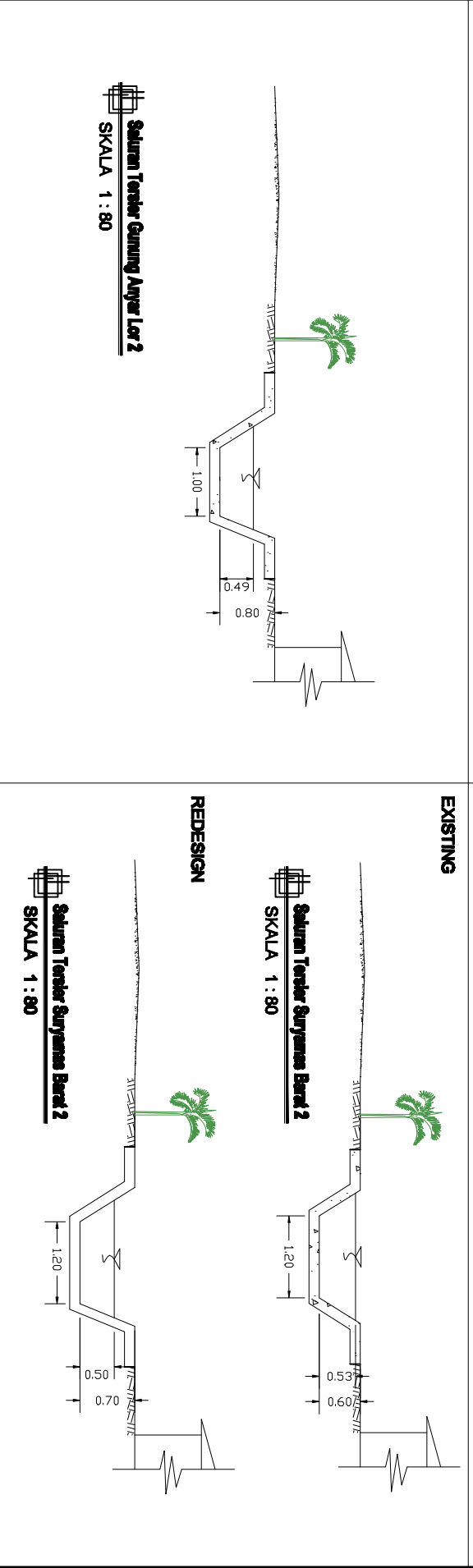
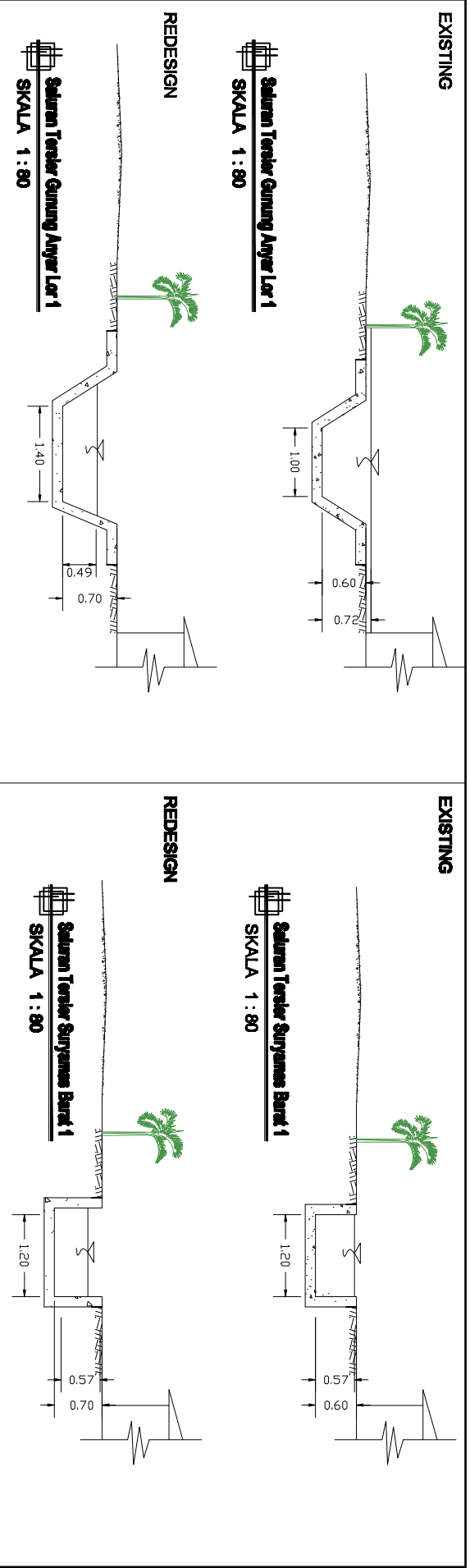
CROSS SECTION
SALURAN SEKUNDER
AMIR MAHMUD


SKALA V 1 : 100
SKALA H 1 : 100

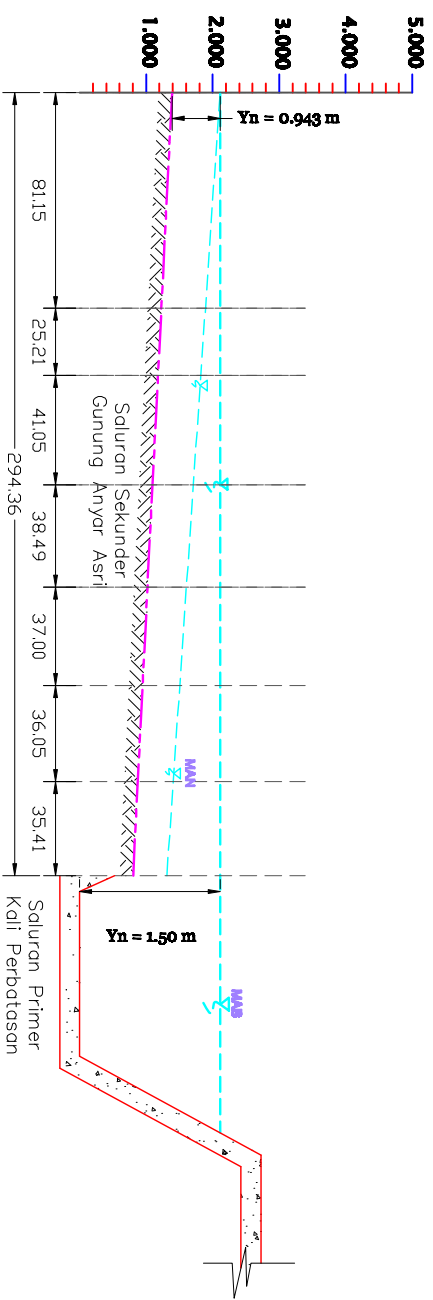
Faisel Thaig Alqurni
3114.106.045

Dr. Techn. Umboro Lasmito, ST, MSc.
197212021998021001

16

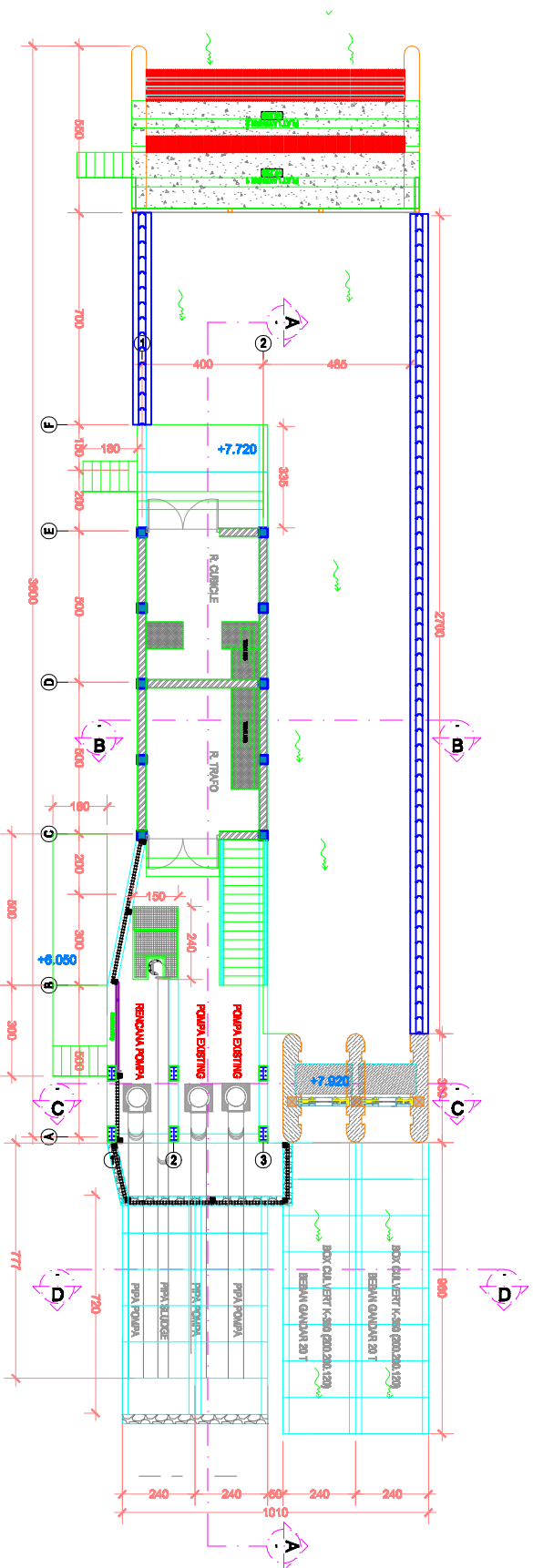


| | | | | | | | |
|---|-----------|----------------------------------|--------------|--------------------------------------|--|------------|---------------|
|  | CATATAN : | NAMA GAMBAR | SKALA GAMBAR | NAMA & NRP MAHASISWA | NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING | NO. GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
| | | CROSS SECTION SALURAN TERASER | SKALA 1 : 80 | Faisel Thaig Alqurni 3114.106.045 | Dr. Techn. Umboro Lasmitno, ST, MSc. 197212021998021001 | 28 | |




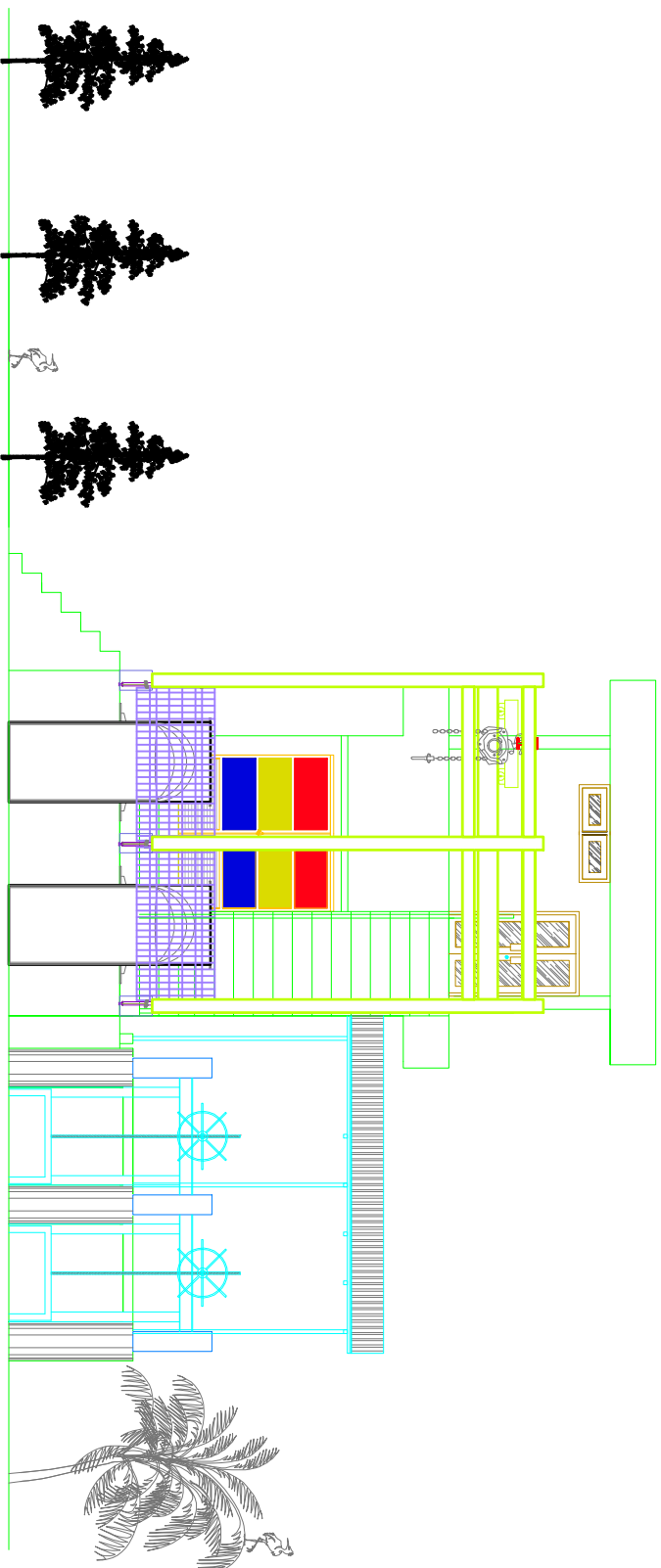
POTONGAN MEMANJANG PENGARUH BACKWATER
SKALA V = 1 : 100
H = 1 : 2500


| CATATAN : | NAMA GAMBAR | SKALA GAMBAR | NAMA & NRP MAHASISWA | NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING | NO. GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
|-----------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--|------------|---------------|
| | POTONGAN MEMANJANG PENGARUH BACKWATER | SKALA V 1 : 100 SKALA H 1 : 5000 | Faisel Thariq Alqurni 3114.106.045 | Dr. Techn. Umboro Lasrinto, ST, MSc. 197212021998021001 | 34 | |



DENAH RENCANA TAMBAHAN POMPA
SKALA 1 : 100

| | | | | | | | |
|---|-----------|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|------------|---------------|
|  | CATATAN : | NAMA GAMBAR | SKALA GAMBAR | NAMA & NRP MAHASISWA | NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING | NO. GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
| | | DENAH RENCANA TAMBAHAN POMPA | SKALA V 1 : 100 SKALA H 1 : 5000 | Faisai Tharif Alqurni 3114.106.045 | Dr. Techn. Umboro Lasrinto, ST, MSc. 197212021998021001 | 36 | |



| CATATAN : | NAMA GAMBAR | SKALA GAMBAR | NAMA & NRP MAHASISWA | NAMA & NIP DOSEN PEMBIMBING | NO. GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
|---|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|------------|---------------|
|  | TAMPAK SAMPIING | SKALA V 1 : 100 SKALA H 1 : 5000 | Faisel Tharig Alqurni 3114.106.045 | Dr. Techn. Umboro Lasrinto, ST, MSc. 197212021998021001 | 38 | |



Faisal Thariq Alqurni,

Penulis dilahirkan di Surabaya, 26 Agustus 1993, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Jagir 1 Surabaya, SMPN 13 Surabaya, SMA IPIEMS Surabaya, dan Diploma III Teknik Sipil ITS. Setelah lulus dari Diploma III Teknik Sipil ITS tahun 2014, Penulis mengikuti ujian masuk Program Lintas Jalur ITS dan diterima di jurusan Teknik Sipil pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 3114.106.045. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan seminar dan pelatihan yang diselenggarakan oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah senantiasa kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas ijin-Nya lah Tugas Akhir ini dapat tersusun dan terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Dalam perencanaan hingga terselesaikan Tugas Akhir ini penulis tidak lepas dari bantuan pihak-pihak yang sangat membantu bagi penulis, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Allah SWT yang telah mengaruniakan anugerah yang tidak ternilai harganya berupa kehidupan. Semoga Allah SWT mengaruniakan perjumpaan agung nan suci denganNya di akhirat nanti.
2. Nabi besar Muhammad SAW beserta para sahabat yang akan memberikan syafaat kelak di hari akhir.
3. Untuk kedua orang tua dan keluarga kami atas segala kasih sayang, doa, dan pengorbanan serta dukungan moril maupun materil.
4. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, ST, MT, PhD selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil ITS
5. Bapak Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST, MSc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir kami.
6. Kepada seluruh dosen dan asisten jurusan Teknik Sipil ITS.
7. Kepada para staff dan pegawai Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan (DPUBMP).
8. Untuk Si Endut (Agustina Indah S) yang telah menemani hari-hari q selaman ni. Semoga cepet lulus aminnnnnnnnnnn.
9. Untuk teman-teman LJ Genap 2015

Serta semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Proyek Akhir ini yang tidak memungkinkan disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas atas semua kebaikan dan bantuan dengan berlipat ganda. Aminn